

**ERGEBNISSE NACH TENDOLYSEN
AUS DEM KRANKENGUT DER
CHIRURGISCHEN KLINIK
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
IN DEN JAHREN 1969–1973**

Christian Nehring

1976



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554612_0029

AUS DER CHIRURGISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Professor Dr. med. G. Heberer

ERGEBNISSE NACH TENDOLYSEN AUS DEM KRANKENGUT DER

CHIRURGISCHEN KLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

IN DEN JAHREN 1969 - 1973

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

an der Ludwig Maximilians-Universität zu München



vorgelegt von

Christian Nehring

aus Ludwigsburg

1976



Mit Genehmigung des Fachbereiches Medizin der Universität München

Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. Wilhelm

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Heberer

Dekan: Prof. Dr. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 6.8.1976

Für die Möglichkeit der Durchführung dieser
Arbeit an der
Chirurgischen Universitäts-Klinik München
danke ich

Herrn Prof. Dr. med. Georg HEBERER

Für die Überlassung des Themas und sachkundige
Unterstützung bei der Ausführung der Arbeit
danke ich

Herrn Priv.Doiz. Dr. med. Klaus WILHELM

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung und Ziele	1
Allgemeiner Teil	
1. Anatomie der Sehnen, ihrer Blutversorgung und ihres Gleitapparates	3
2. Traumatologie und Pathologie	12
3. Operationsmethoden zur Sehnenrekonstruktion	28
4. Indikationen der Sehnenoperationen und ihre Einschränkungen	32
5. Pathophysiologie der Sehnenverwachsungen	36
6. Versuche zur Verhinderung von Sehnenverwachsungen	40
7. Voraussetzungen für die Tendolyse	47
8. Indikationen der Tendolyse und ihre Einschränkungen	54
9. Operationstechnik der Tendolyse	57
10. Methodik der Nachuntersuchung	61
11. Klinik der Sehnenverwachsungen	68
12. Beurteilungskriterien der Ergebnisse	71
Spezieller Teil	
13. Einfachauszählungen	76
13.1. Krankengut	76
13.2. Verletzungen	77
13.3. Verwachsungen	80
13.4. Therapie	87
14. Ergebnisse der Tendolysen	90
14.1. Gesamtaufstellung der postoperativen FKHA-Werte	90
14.2. Vergleich zwischen prae- und postoperativen FKHA-Werten	93
14.3. Ergebnisse der Tendolysen an Daumensehnen	102

15.	Auswertung nach Korrelationen	108
15.1.	Einflüsse auf die Schwere der Verwach- sungen	108
15.2.	Einflüsse auf das Ergebnis der Tendolyse	116
16.	Diskussion	143
17.	Zusammenfassung	163
Literaturverzeichnis		169
Lebenslauf		

EINLEITUNG UND DARLEGUNG DER ZIELE

Seit ihren Anfängen sieht sich die Sehnenchirurgie nach wie vor mit dem Problem der postoperativen Sehnenverwachsung konfrontiert. Diese gefährdet immer wieder in unberechenbarer Weise den Therapieerfolg und stellt somit oft die Arbeit des Chirurgen in Frage.

Aus diesem Grund ist die Entwicklung der Handchirurgie eng verknüpft mit stetigen Versuchen, den Verwachsungen schon in ihrem Entstehen zu begegnen.

Erst die genauere Erforschung der Sehnenheilung brachte u.a. die Einsicht, daß die Verwachsungsbildung einen notwendigen Akt im Heilungsprozeß darstellt.

Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet, kann es nicht das Ziel der Therapie sein, die Sehnenverwachsung generell zu verhindern, sondern lediglich ihre übermäßige Ausbildung zu vermeiden, beziehungsweise sie chirurgisch zu lösen, wenn es zu einer überschießenden Vernarbungsreaktion gekommen ist.

Hier beginnt das Feld der Tendolyse, die somit vor allem zu dem Zweck unternommen wird, das Ergebnis einer operativen Sehnenrekonstruktion zu verbessern.

Obwohl die Tendolyse einen häufigen Eingriff darstellt, wird ihr doch im handchirurgischen Schrifttum sehr wenig Raum beigemessen. Dies hängt vermutlich einmal damit zusammen, daß sie in breitem Maße routinemäßig vorgenommen wird und somit kaum noch größeres Interesse weckt, und zum anderen damit, daß sie oftmals als kleiner Eingriff gewertet wird. Wir glauben, daß diese Einschätzung der therapeutischen Bedeutung der Tendolyse nicht voll gerecht wird.

Wenn auch die Verwachsungstendenz der verletzten Sehne letztlich unberechenbar ist, so lassen sich doch erfahrungsgemäß gewisse äußere Faktoren angeben, die sich mit einiger Wahrscheinlichkeit hemmend oder verstärkend auf die Ausbildung der Verwachsungen auswirken.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, den Einfluß dieser Faktoren auf die Verwachsungsstärke sowie auf Prognose und Ergebnis der Tendolyse zu untersuchen und gegebenenfalls Rückschlüsse vom Ausmaß der Verwachsung auf die vorangegangene Therapie zu ziehen.

ALLGEMEINER TEIL

1. ANATOMIE DER SEHNEN, IHRER BLUTVERSORGUNG UND IHRES GLEITAPPARATES.

1.1. Feinbau

1.1.1. Sehne:

Aufbau der Sehne aus 3 Strukturen (siehe Abb. 1):

1. Kollagenfasern

Diese bestehen aus den 3 Elementen Kollagen, Grundsubstanz und Fibroblasten.

2. Endotenon

Dieses unterteilt die Sehne in Faserbündel.

3. Epitenon

Dieses umschichtet die Faserbündel äußerlich.

1.1.2. Blutversorgung:

Die Sehne wird aus 3 Quellen mit Blut versorgt (PEACOCK (39,40), SMITH, CONWAY (49)) (siehe Abb. 2):

1. Aus dem Mesotenon

2. Aus dem muskulären Ursprung

3. Aus dem periostalen Ansatz

Dem Mesotenon kommt bei der Blutversorgung die Hauptbedeutung zu, während die Versorgung aus dem Muskel und dem Periost von geringem Wert für den Sehnenkreislauf ist.

PEACOCK (39) fand, daß die Blutzirkulation in der Sehne nicht weiter als über eine Entfernung von einem Drittel der Sehnenlänge möglich ist.

SMITH dagegen bezeichnet 1 - 2 cm als oberste Grenze.

Außerhalb der Sehnenscheide kann das Mesotenon mit dem Mesenterium der Eingeweide verglichen werden, innerhalb der Sehnenscheide ist es zu den sog. Vincula kondensiert (VAN DER MEULEN (34)). Diese stellen den Überrest der Duplikatur dar, durch die ursprünglich das äußere und innere

Blatt der Synovialhaut der Sehnenscheide zusammenhängen (BENNINGHOFF-GOERTTLER (1)) (siehe Abb. 3).

1.1.3. Peritendineum:

1. In Abwesenheit einer Sehnenscheide wird die Sehne von Paratenon umgeben (Sehnengleitgewebe).
2. Ist eine Sehnenscheide vorhanden, so besteht das Peritendineum aus Synovia.

Zwischen Paratenon bzw. Synovia und der Sehne bestehen keine vasculären Verbindungen (VAN DER MEULEN (34)).

Schema zu 1.1.1. Querschnitt durch Sehne und Peritendineum (nach SMITH, CONWAY)

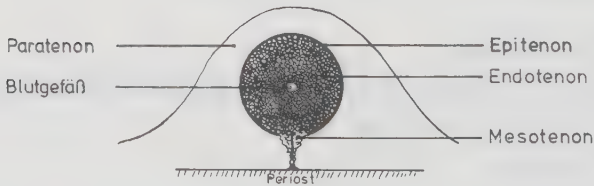
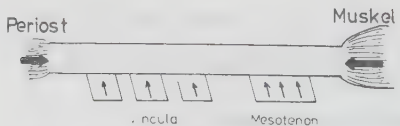


ABB. 1

Schema zu 1.1.2. Schema der Blutversorgung (nach VERDAN (57))



Intakte Blutversorgung aus Vincula, Mesotenon, Muskel und Periost



Blutzufuhr aus Muskel und Periost unterbrochen. Keine Nekrose, da Vincula und Mesotenon die Sehne ausreichend versorgen.



Durchschneidung v. Vincula und Mesotenon, es erfolgt Nekrose trotz erhaltener Versorgung aus Muskel und Periost

ABB. 2

Schema der Vincula nach REID D.A.C. (44)

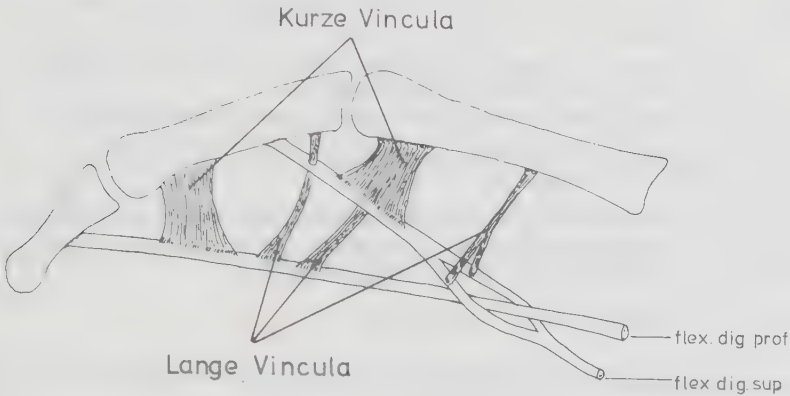


ABB. 3

1.2. Makroskopie

1.2.1. Gliederung der Flexoren und ihrer Sehnenscheiden

1.2.1.1. Oberflächliche Flexoren: M. flexor digitorum superficialis

Ursprung: Epicond. medialis
proc. coronoideus ulnae
Radius

Je ein Muskelbauch für D_1 bis D_5 .

Sehnenver-
lauf und
Ansatz: Oberflächlicher Verlauf durch den canalis carpi zur
Grundphalanx, dort Teilung in zwei Schenkel (Hiatus
tendineus) für den Durchtritt der tiefen Beugesehnen.
Nach deren Durchtritt vereinigen sich die Schenkel wie-
der, kreuzen sich teilweise und setzen an der volaren
Fläche der Mittelphalanx an.

Funktion: Beugung des MP- und PIP-gelenkes von D_2 bis D_5 und
des Handgelenkes.

1.2.1.2. Tiefe Flexoren: M. flexor digitorum profundus

Ursprung: Facies anterior ulnae
Membrana Interossea

Die Muskelbäuche für die 4 Langfinger sind weniger diffe-
renziert als beim flex. superf.

Sehnenver- Verlauf durch den canalis carpi zu den 4 Langfingern, wo-
lauf und bei sie ein Gleitlager für die oberflächl. Beugesehnen bil-
Ansatz: den.

In der Hohlhand entspringen jeweils an den Radialseiten
der Sehnen die Mm. lumbricales.

An der Grundphalanx der Langfinger durchbohren sie die
oberfl. Beugesehnen und inserieren an den Basen der
Endphalangen D₂ bis D₅.

Die Sehnen sind durch zahlreiche intertendinöse Verzwei-
gungen untereinander verbunden, wobei die Sehne von D₂
noch die größte Selbständigkeit besitzt.

Funktion: Beugung aller Fingergelenke.

1.2.1.3. Daumenbeuger: M. flexor pollicis longus

Ursprung: Volarfläche des Radius
 Membrana interossea

Sehnenver- Durch den canalis carpi, dann zwischen beiden Köpfen
lauf und des flexor poll. brevis hindurch Ansatz an der Basis
Ansatz: der Endphalanx D₁.

Funktion: Beugung von D₁, vor allem des Endgliedes und Opposition.

1.2.1.4. Sehnenscheiden der Flexoren

Funktion: Verminderung der Reibung der Sehne an den Stellen
 (Handgelenk, Finger), an denen sie durch Bänder (Re-
 tinaculum flexorum, Ringbänder) in ihrem Verlauf fixiert
 werden muß, um sich nicht bei Volarflexion von den Gelen-
 ken zu entfernen.

Handgelenk und Carpalkanal:

Zwei Vaginae synoviales, die proximal und distal die Grenze des Re-
tinaculum flexorum überschreiten.

Die radiale Scheide umgibt die Sehne des flex. poll. longus. Die ulnare
umgreift die übrigen Sehnen.

Langfinger und Daumen:

Die Sehnenscheiden von D₂ bis D₄ reichen vom Kopf der Mittelphalangen
bis zum Kopf der Metacarpalia.

Die Sehnenscheiden von D₅ und D₁ verschmelzen nach der Geburt mit der
jeweils zugehörigen Sehnenscheide im Carpalkanal, evtl. auch die Sehnen-

scheide von D₄, niemals aber die von D₂ und D₃ (BENNINGHOFF-G.(1)).

An Langfingern und Daumen werden die vaginae synoviales durch die vaginae fibrosae digitorum (Ringbänder) verstärkt. Diese übernehmen die eigentliche Führung der Beugesehnen an den Fingern und bilden mit dem Periost der Phalangen zusammen einen engen osteofibrösen Kanal.

Am Schaft der Grund- und Mittelphalanx sind die vaginae fibrosae sehr kräftig, an den Enden und über den Gelenken hingegen nur schwach ausgebildet.

Schema der Sehnenscheiden (nach BENNINGHOFF-GOERTTLER)

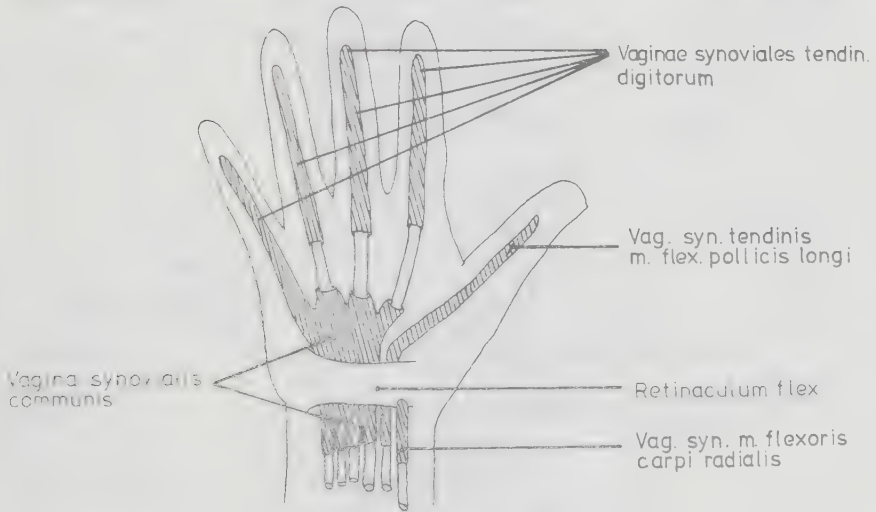


ABB. 4

1.2.2. Gliederung der Extensoren und ihrer Sehnenscheiden

1.2.2.1. 3 Extensoren des Handgelenks (siehe Abb. 5)

1. Extensor carpi rad. long.
2. Extensor carpi rad. brev.

Ursprünge	Sehnenverl./Ansatz	Funktion
lat. Humerus- kante Epicond. lat. Lig. anulare radii	Am Radius entlang d. das 2. Fach d. Retin. extens. zur Basis d. Metacarp. II u. III	Dorsalflexion im Handgelenk Radialabduktion

3. Extensor carpi ulnaris

Ursprung	Sehnenverl./Ansatz	Funktion
Gemeins. mit Ext. dig. von der Ulna	An der Dorsalseite der Ulna, durch das 6. Fach des Retin. ext. Insertion an d. Basis Metacarp. V	Dorsalflexion Ulnarabduktion

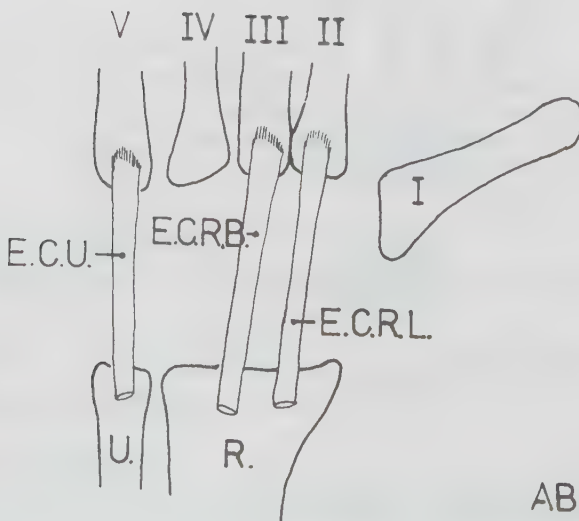


ABB. 5

1.2.2.2. 3 Extensoren der Langfinger (siehe Abb. 6)

1. Extensor digitorum communis

Ursprung	Sehnenverl./Ansatz	Funktion
Epicond. lat. Unterarmfascie	4 Sehnen für D2 bis D5 durch das 4. Fach des Ret. ext. Auf dem Finger- rücken Ausbreitung zur Dorsalaponeurose. Ansatz des Mittelstranges an der Basis der Mittel- phalanx, Ansatz der Seiten- stränge an der Basis der Endphalanx. In die Seiten- stränge strahlen die Sehnen der Mm. lumbricales und Interossei ein.	Streckung der Finger und der Hand aus der Beugestellung. Leichte Addukti- onswirkung auf die Langfinger

2. Extensor digiti minimi (Abspaltung des Ext. dig. comm.)

Ursprung	Sehnenverl./Ansatz	Funktion
Wie Ext. comm.	Durch das 5. Fach des Ret. extens. Spaltet sich in 2 Sehnen auf. Strahlt ein in die Dorsalaponeurose von D5.	Streckung von D5.

3. Extensor indicis

Ursprung	Sehnenverl./Ansatz	Funktion
Am weitesten distal an der Ulna und Mem- brana interossea	Durch das 4. Fach des Ret. extens. Dort entwickelt sich die Sehne, die ulnar von der Sehne des Ext. comm. in die Dorsal- aponeurose einstrahlt.	Streckung von D2.

Schema der Dorsalaponeurose (nach VERDAN)

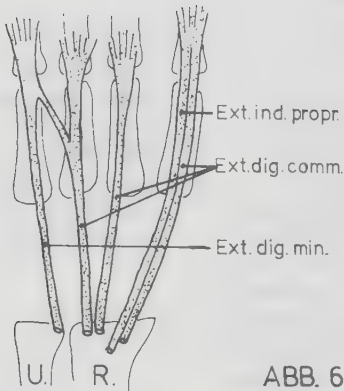


ABB. 6

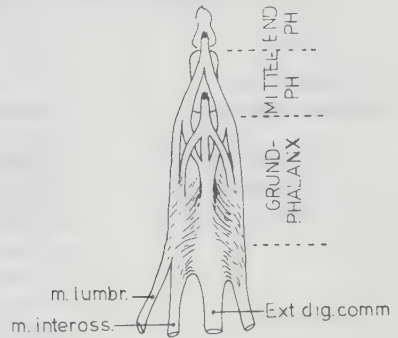


ABB. 7

1.2.2.3. 3 Extensoren des Daumens (siehe Abb. 8)

1. Abduktor pollicis longus
2. Extensor pollicis brevis

Ursprünge	Sehnenverl./Ansatz	Funktion
Facies posterior radii	Am Radius Überkreuzung der Sehnen von ext. carpi rad. long und brevis.	Abduktion d. D ₁ und der Hand
Membrana interossea	Verlauf durch das 1. Fach des Ret. ext.	Streckung d. Grundphalanx
Dorsalfläche d. Ulna	Ansatz an der Basis d. Metac. I (abductor) und der Grundphalanx (ext.)	Supination

3. Extensor pollicis longus

Ursprung	Sehnenverl./Ansatz	Funktion
Facies post. ulnae	Schräg von der Ulnaseite über d. Metac. I an die Endphalanx	Extension
Membrana interossea		Adduktion v. D ₁

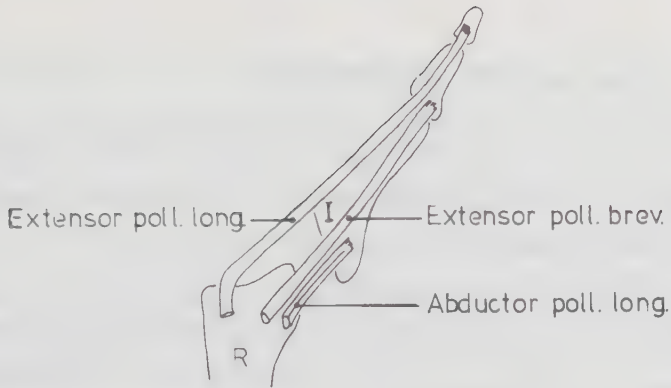


ABB. 8

1.2.2.4. Sehnenscheiden der Extensoren (siehe Abb. 9)

In jedem Fach des Retinaculum extensorum liegt eine Sehnenscheide, die eine oder mehrere Sehnen umfaßt und die Reibung herabsetzt, wenn die Sehnen bei der Dorsalflexion gegen das Band andrängen (BENNINGHOFF-G.(1)).

Die Sehnenscheiden beginnen proximal ca. 1 cm oberhalb des Retinaculums und enden distal etwa in Höhe der Metacarpalia. Die Sehnenscheiden der Extensores carpi reichen bis zur distalen Carpalreihe.

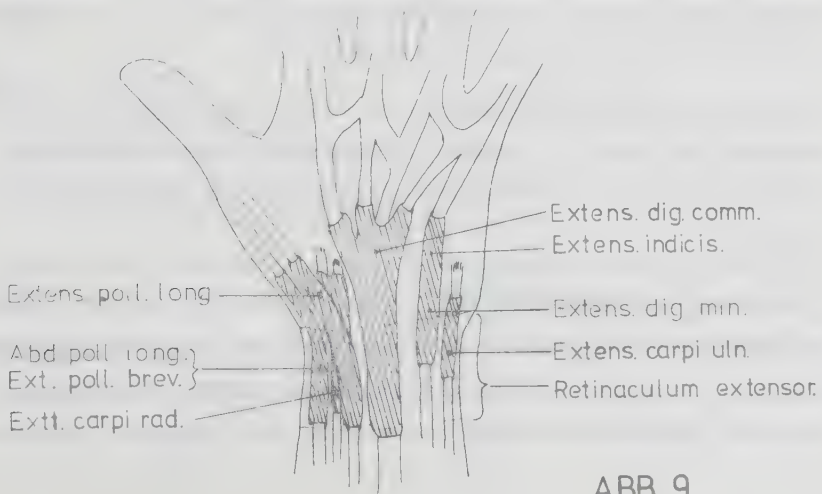


ABB. 9

2. TRAUMATOLOGIE UND PATHOLOGIE

2.1. Allgemeine Charakteristik der Verletzungen

Die Traumatologie der Sehnen erlaubt zunächst eine grundsätzliche Untergliederung in offene und geschlossene Verletzungen.

Die Ursache offener Verletzungen ist immer äußere Gewalteinwirkung gleich welcher Art und durch welches Objekt. Die Ursachen geschlossener Verletzungen hingegen können sowohl traumatischer als auch pathologischer Natur sein.

2.1.1. Offene Verletzungen

Therapie und Prognose werden in der Regel beeinflusst durch Ausmaß und Lokalisation der Gewebsläsion. So ist beispielsweise eine Verletzung durch eine Rasierklinge anders zu bewerten, als eine Kreissägenverletzung. Entsprechend dem Weichteiltrauma unterscheidet man daher Schnittverletzungen und Riß-/Quetschverletzungen.

2.1.1.1. Schnittverletzungen

Sie entstehen durch scharfe, schneidende Instrumente und sind gekennzeichnet durch glatte, leicht zu vereinigende Wundränder. Sehne und Gleitgewebe wurden sauber und vor allem ohne Gewebsdefekt durchtrennt. Es bestehen keine Gewebszerreißen der durchtrennten Teile.

Treten keine aggravierende Faktoren hinzu, wie zum Beispiel starke Kontamination der Wunde, so ist auch die Gefahr der postoperativen Wundinfektion geringer und man darf ferner mit geringerer Narbenbildung rechnen.

2.1.1.2. Riß-/Quetschverletzungen

Im Gegensatz zu Obigen ist bei diesen das Spektrum sowohl des Verletzungsausmaßes als auch der verletzenden Objekte viel größer. Auf jeden Fall gehen Riß-/Quetschverletzungen immer einher mit Gewebszerreißen,

-quetschungen und eventuell Gewebsdefekten. Die Wundränder sind zerfetzt, es kommt zu Taschenbildungen. Sehnen und Gleitapparat sind nicht selten unter Defektbildung durchtrennt. Erschwerende Faktoren der R.-Q.verletzungen sind die Gefahr sowohl der Wundinfektion als auch der Wundnekrose. Erstere wird begünstigt durch die Taschenbildung und die Verbreitung der Kontamination bei der Exploration der Wunde, letztere findet in den zerfetzten Wundrändern mit ihrer schlechten Trophik die idealen Vorbedingungen für ihr Entstehen.

Im Allgemeinen resultiert aus der verstärkten Narbenbildung der R.-Q.-wunden auch eine größere Wahrscheinlichkeit für die Entstehung postoperativer Sehnenverwachsungen.

Man wird beim Vorliegen einer schweren Riß-Quetschverletzung die Indikation einer primären wiederherstellenden Sehnenoperation vorsichtig stellen und in der Regel erst unter Infektionsprophylaxe die optimale Heilung der Hautwunde zu erreichen suchen. Die Literaturangaben zu diesem Problem (wann primär operieren - wann sekundär?) sind allerdings sehr unterschiedlich.

2.1.2. Geschlossene Verletzungen

Hier handelt es sich in aller Regel um subcutane Sehnenrupturen. Ihre Entstehung bleibt oft unklar und ihre Behandlung ist schwierig (VERDAN (57)).

Man unterscheidet:

1. Traumatische Rupturen
2. Pathologische Rupturen

2.1.2.1. Traumatische Rupturen

Hiervon sind Extensoren häufiger betroffen als Flexoren. Die Rupturen treten meist an bestimmten Prädilektionsstellen auf und führen je nach Lokalisation zu typischen Symptomen - besonders im Falle der Extensoren (siehe unten).

2.1.2.2. Pathologische Rupturen

Diese sind die Folge einer pathologischen Sehnenveränderung. Eine kleine, durchaus physiologische Beanspruchung kann dann die vorgeschädigte Sehne zu irgendeinem Zeitpunkt zerreißen lassen.

Die häufigsten krankhaften Erscheinungen, die als Ursachen der pathologischen Rupturen in Frage kommen, sind nach VERDAN (57):

1. Polyarthrititis chronica progressiva (Pcp)
2. Sehnenscheiden-Tbc
3. Arthrotische Sehnensporne eines benachbarten Gelenks im Verlauf der Sehnenstrecke
4. Schleimcysten
5. Gicht
6. Degenerative Prozesse in Fibrinkollagen und Grundsubstanz mit nachfolgender Verminderung der Reißfestigkeit. Hierbei spielt auch das Alter des Patienten eine bedeutende Rolle.

In manchen Fällen - insbesondere wenn echtes Trauma und Vorschädigung der Sehne zusammentreffen - kann sich die Ruptur für Patient und Versicherung zu einem juristischen Problem entwickeln.

2.1.2.3. Die Ruptur des ext. poll. longus infolge mechanischer Überbeanspruchung (Trommlerlähmung) stellt einen Sonderfall dar.

2.2. Die Betrachtung der Wunde als Ganzes

J.H.BOYES (3) weist darauf hin, daß die Wunde als Gesamtheit gesehen und eine sorgfältige Bewertung ihres Ausmaßes getroffen werden müsse. Erst dann sei es möglich, das Problem der Sehnenverletzung und die Notwendigkeit des Vernarbungsprozesses zwischen Sehne und umgebenden Gewebe richtig einzuschätzen (one wound concept v. PEACOCK (37)). Das Augenmerk müsse sich auf die gesamte Handverletzung richten, nicht auf die Sehne allein, da das Ziel der Therapie die Wiederherstellung der Handfunktion und nicht allein die Reparatur einer Sehne sei.

2.3. Bedeutung der Lokalisation der Sehnenverletzung

Die Schwere der Sehnenverletzung, die Art der Wiederherstellungsmaßnahmen und letzten Endes die Prognose hängen entscheidend von der Topographie der Wunde ab. Dabei ist zunächst wichtig, daß der Sitz der äußeren Hautwunde keineswegs mit dem Ort der Sehnenverletzung übereinstimmen muß. Lediglich in der Fingerstellung, in der die Sehne verletzt wurde, entsprechen Hautwunde und Sehnenwunde einander.

Befand sich zum Beispiel der betroffene Finger im Moment der Verletzung in Beugestellung, die Wunde wird jedoch bei gestrecktem Finger exploriert, so befindet sich die Hautwunde proximal von der Sehnenwunde. So muß also jede Sehnenverletzung im Verhältnis zu Beugung und Streckung betrachtet werden.

2.3.1. Einteilung der Hand in chirurgisch-topographische Zonen
(VERDAN (57))

2.3.1.1. FLEXOREN:

Diese werden in 7 topographische Zonen eingeteilt, wobei die Zonen 2 und 3 das sogenannte Niemandsland von BUNNELL darstellen.

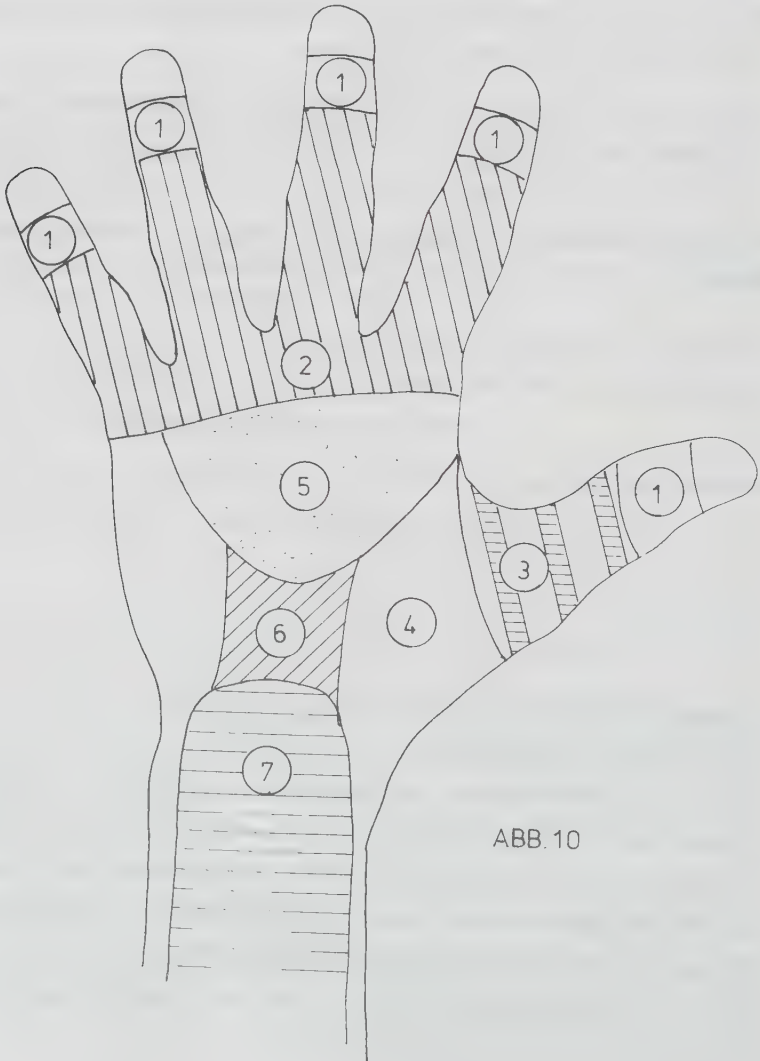


ABB. 10

2.3.1.2. EXTENSOREN:

Einteilung in 8 Zonen. Die ungeradzahligen Zonen liegen über den Gelenken. Wunden in diesen Bereichen sind meist ernster und prognostisch ungünstiger, da das darunterliegende Gelenk häufig mitverletzt wird.

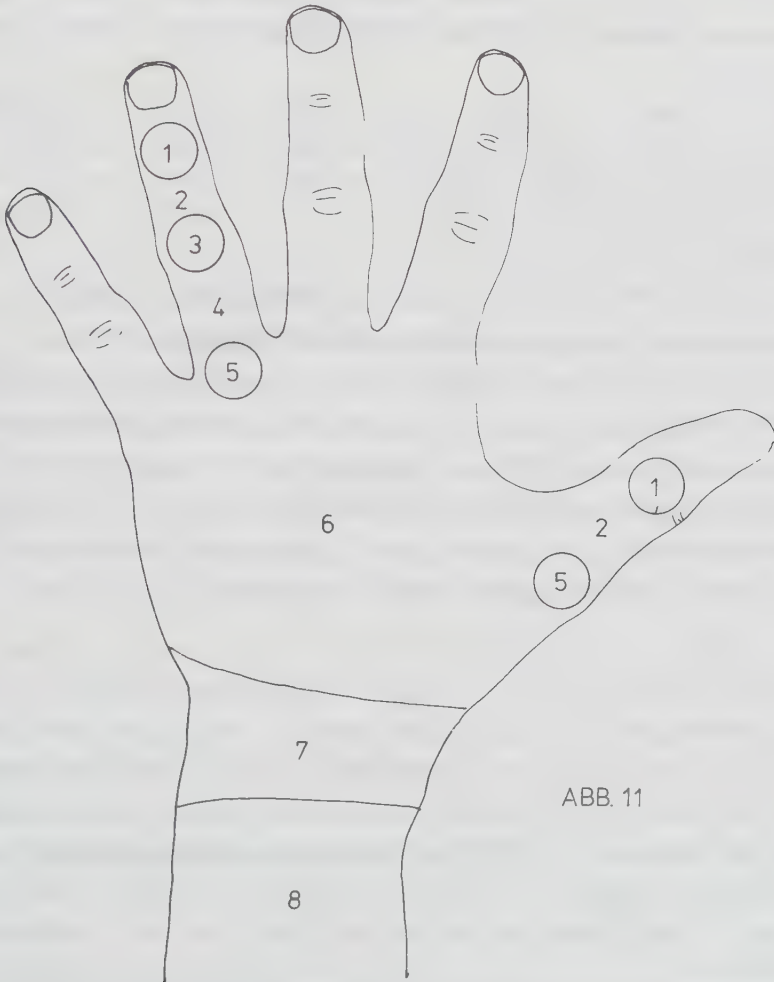


ABB. 11

2.4. Klinik der Sehnenverletzungen

2.4.1. FLEXOREN:

2.4.1.1. Langfinger

Zone 1:

In diesem Bereich kann nur die Sehne des flexor dig. prof. durchtrennt sein, dies führt zu einer Beugeunfähigkeit des Endgelenks (Ausfall des Spitzgriffes).

Häufig wird auch die Beugung im PIP-Gelenk beeinträchtigt, da das zurückgeschlupfte Ende des flexor profundus die Bewegungen des flex. superficialis behindert (VERDAN (57)).

Zone 2:

Die Verletzungen in dieser Zone sind am schwierigsten zu behandeln.

Oberflächliche und tiefe Beugesehne gleiten hier dicht aneinandergeschmiegt in einem engen osteofibrösen Kanal, wobei die tiefe Beugesehne die oberflächliche durchbohrt. Diese enge Nachbarschaft der beiden Sehnen zueinander sowie zu dem periostalen Boden der Sehnenscheide und den dicht anliegenden Ringbändern wirft besondere Probleme für die Wiederherstellung auf. Letztlich handelt es sich jedoch immer wieder um die Hauptschwierigkeit der großen Verwachsungsneigung in dieser Zone.

Je nachdem, ob nur die oberflächliche bzw. tiefe, oder ob beide Beugesehnen durchtrennt wurden - VERDAN (57) bezeichnet letzteres als eines der schwierigsten Probleme der Handchirurgie - und je nach Art der Wunde, Ausmaß der Begleitverletzungen und Grad der Kontamination werden von den Autoren unterschiedliche therapeutische Maßnahmen vorgeschlagen. Die Diskussion über Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden ist noch voll im Gange.

Zone 5:

Die Flexoren liegen hier nach dem Verlassen des Karpaltunnels fächerförmig und leicht verletzlich angeordnet in der Hohlhandmitte, eng benachbart mit den Nn. dig. Communes, die bei einer Verletzung in dieser Zone nicht

selten mitbeteiligt sind. Häufig werden auch die Arterien des oberflächlichen Hohlhandbogens durchtrennt.

Zeige-, Mittel- und Ringfinger besitzen hier keine Sehnenscheiden sondern nur ein Paratenon, insofern ist die Verwachsungsneigung geringer, als im Fingerkanal. Es kann jedoch der im Verlauf der Heilung auftretende Sehnencallus Anlaß zur Gleitbehinderung geben, wenn er sich bei der (Streck-) Bewegung der Sehne im proximalen Ringband des Digitalkanales verfängt.

Zone 6 + 7:

In diesen beiden Zonen herrschen ähnliche Verhältnisse. Sowohl am Handgelenk als auch im Carpalunnel verlaufen eine Vielzahl von Sehnen in enger Nachbarschaft zueinander, sowie zu Nerven und Gefäßen. Traumata in diesen Zonen sind häufig gekennzeichnet durch die große Zahl der durchtrennten Sehnen in Kombination mit Läsionen von N. med. und/oder N. uln., wodurch der Funktionsausfall der betroffenen Finger durch die motorische Lähmung der Eigenmuskeln der Hand noch kompliziert wird.

Ein Unterschied zwischen beiden Zonen besteht allerdings insofern, als die Sehnen im Carpalunnel etwas geschützter liegen als an der volaren Handgelenksfläche, da das verletzende Objekt häufig zunächst auf die den Carpalunnel begrenzenden Knochenränder trifft und nicht sofort Sehnen und Nerven durchtrennen kann. (Ausnahme: Stichverletzungen).

2.4.1.2. Daumen

Zone 1 + 3:

Ähnlich wie Zone 1 + 2 bei den Langfingern.

Zone 4:

Eine Verletzung der Daumenbeugesehne in Zone 4 ist - bedingt durch die Einbettung der Sehne in die Thenarmuskulatur - fast immer mit Muskelverletzungen verbunden. Häufig sind auch die eng benachbarten Thenaräste des N. med. mit betroffen.

2.4.2. EXTENSOREN:

2.4.2.1. Langfinger

Zone 1:

Die traumatische Durchtrennung oder Ruptur der Strecksehne in dieser Zone führt zur Abknickung der Endphalanx - "Malletfinger" - die auf Grund der Kleinheit der Sehnenendfasern und der Zartheit und schlechten Gefäßversorgung der Haut nur schwer zu beheben ist (VERDAN (57)). Die Gefahr trophischer Störungen an Haut und Nagel nach Eingriffen in dieser Region ist erhöht.

Häufig ist das DIP-Gelenk mit verletzt.

Bei dem durch Ruptur entstandenen Malletfinger (75 % der geschlossenen Verletzungen nach VERDAN) kann es sich um einen reinen Sehnenriß dicht am Knochenansatz bzw. einige Millimeter dahinter oder um einen Ausriß des knöchernen Sehnenansatzes handeln (Prädilektionsstellen).

Zone 2:

Äußerlich bietet eine Sehnenverletzung in dieser Zone ebenfalls das Bild des Malletfingers, jedoch ist hier das DIP-Gelenk nicht beteiligt. Die Wiederherstellung ist im Allgemeinen einfacher als in Zone 1.

Bei zusätzlicher Verletzung der Mittelphalanx (Fraktur, Abrasion) besteht erhöhte Verwachsungsgefahr.

Zone 3:

Auf Grund der komplizierten anatomischen Verhältnisse in diesem Bereich, können Sehnenwunden recht unterschiedliche Symptome zeigen.

Bei einer totalen Durchtrennung des gesamten Streckapparates - meist mit einer breiten Eröffnung des PIP-Gelenkes verbunden - ist der Finger nicht mehr streckbar, er gerät in Beugestellung. Bei nur teilweise verletztem Streckapparat, etwa isolierter Durchtrennung eines Seitenzügels, kann die Streckfunktion des Fingers erhalten bleiben.

Am häufigsten wird jedoch der mediale Anteil der Strecksehne verletzt, infolge seiner besonders exponierten Lage über dem PIP-Gelenk (auch Prädilektionsstelle für Rupturen). Da dieser tractus medialis das Dach

der PIP-Gelenkkapsel bildet, wird dieses zwangsläufig bei der Durchtrennung der Sehne eröffnet.

Die wichtigste Komplikation bei Durchtrennung oder Ruptur des tractus medialis ist jedoch die sog. "Knopflochdeformität". Sie entsteht, wenn die lateralen Streckzüge des Extensorapparates nach volar abgleiten und dabei die Luxation des PIP-Gelenkes hervorrufen. Es kommt hierbei zu dem typischen Bild des maximal gebeugten PIP-Gelenkes mit Hyperextension des DIP-Gelenkes.

Zone 4:

Die lateralen Streckzüge liegen hier relativ geschützt seitlich unterhalb der gewölbten Dorsalseite der Grundphalanx. Dadurch kommt es hier selten zu kompletten Durchtrennungen (VERDAN (57)). Bleiben die Seitenzüge unverletzt, so können sie weiterhin die Streckfunktion ausüben und es ist möglich, daß dadurch die Verletzung des tractus medialis erst bei der chirurgischen Exploration entdeckt wird.

Zone 5:

In dieser Region ist der Extensorenapparat nicht einheitlich aufgebaut. Am Zeige- und Kleinfinger besteht er aus 2 Sehnen (ext. proprius et comm.), am Mittel- und Ringfinger aus einer Sehne, dem ext. communis.

Ist bei Ersteren nur eine Sehne durchtrennt, so braucht nicht unbedingt ein Streckdefizit erkennbar zu sein. Lediglich bei Verletzung des ext. proprius ist eine unabhängige Streckung unmöglich. Die Funktion der Sehne kann ferner auch dann erhalten bleiben, wenn - ähnlich wie oben - die seitlichen Retinacula nicht beschädigt wurden und die ausgefallene Sehne ersetzen.

Die Durchtrennung des gesamten Streckapparates allerdings führt zur Abknickung der Grundphalanx bei erhaltener Streckfähigkeit von Mittel- und Endphalanx.

Die isolierte Verletzung eines seitlichen Retinaculums in Höhe des MP-Gelenks (Prädilektionsstelle für traumatische Rupturen) hat die Luxation der Sehne nach der Gegenseite zur Folge. Diese gleitet dann bei der Beu-

gung des Fingers zwischen die Knöchel hinab, um bei Streckung wieder ihren angestammten Platz einzunehmen.

Zone 6:

Ähnlich wie Zone 5, mit Ausnahme der durch die Seitenzüge bedingten Erscheinungen.

Zone 7:

Hier gleiten eine Vielzahl von Sehnen dicht nebeneinander liegend unter dem Retinaculum extensorum. Die Passage verläuft in Sehnenscheiden und engen osteofibrösen Kanälen. Es können daher nach Nähten die gleichen Probleme durch Verwachsungen auftreten, wie bei den Flexoren am volaren Handgelenk (VERDAN (57)).

Wurden die Sehnen distal oder proximal des Retinaculums durchtrennt, so kann der Sehnencallus die Streckung bzw. Beugung des Fingers behindern, wenn er beim Gleiten der Sehne am Retinaculum gehemmt wird. Letzteres muß dann bei der Tendolyse partiell oder total reseziert werden.

Die große Zahl der vorhandenen Sehnen in diesem Bereich machen je nach der Lokalisation der Verletzung eine genaue Untersuchung jedes einzelnen Fingers, der Handgelenksextensoren und des Daumens nötig. Besondere Aufmerksamkeit verdienen dabei die Langfinger, auf Grund der unterschiedlichen Konstruktion der Streckapparate von D_2D_5 und D_3D_4 . Oft können D_2 und D_5 noch gestreckt werden (die extt. proprii blieben unverletzt), obwohl alle 4 Sehnen des ext. communis durchtrennt wurden.

Zone 8:

Die Verletzungen in dieser Region liegen in der Nähe der Muskel-Sehnenverbindung. Diese Tatsache erleichtert die Primärversorgung und Blockierungen sind kaum zu befürchten, es sei denn, es handelt sich um eine schwere Riß-/Quetschverletzung (VERDAN (57)).

2.4.2.2. Daumen

Zone 1 + 2:

Ähnlich wie bei den Langfingern.

Zone 5:

Hier verlaufen die Sehnen der Mm. ext. long. u. brev. und die dorsalen Ausläufer des M. abduktor brev. und des M. adduktor. Letztere können die Streckung der Endphalanx aufrechterhalten, wenn die Sehne des ext. longus durchtrennt ist (VERDAN (57)). Gelenkverletzungen sind hier besonders folgenschwer, da die wichtige Greiffunktion des Daumens dadurch beeinträchtigt wird.

Zone 6 + 7:

Anordnung der Sehnen in 2 Gruppen, die häufig einzeln verletzt werden.

- 1 Gruppe: Abductor longus und extensor brevis
Der abd. long. verläuft in einer engen Sehnenscheide, die später zu Blockierungen Anlaß geben kann, wenn sie bei der Wiederherstellung der Sehne nicht weit genug eröffnet wurde.
Bei intaktem abd. poll. long. kann die isolierte Durchtrennung des ext. brev. unbeachtet bleiben (VERDAN (57)).
2. Gruppe: Extensor pollicis longus
Sie ist eine sehr wichtige Sehne für die Daumenfunktion. Abgewinkelter Verlauf um das Lister'sche Tuberkulum herum, das in der Traumatologie dieser Sehne, insbesondere bei Rupturen, eine gewisse Rolle spielt (Prädilektionsstelle).
Die Durchtrennung des ext. poll. longus geht mit einem Verlust der Retropulsion (Streckung im Carpo-Metacarpalgelenk) und der Streckung im IP-Gelenk und MP-Gelenk einher.
Eine unangenehme Begleiterscheinung für den Operateur ist ferner die weite Retraktion des prox. Sehnenstumpfes nach der Verletzung, die sich u.U. bis unter das Lig. carpi dorsale erstrecken kann.

Manchmal treten Rupturen des ext. poll. longus verzögert etwa nach einer Radiusfraktion oder einer Verrenkung auf. Man nimmt an, daß die Sehne im Moment des Traumas auf dem Rand des Lig. carpi dorsale oder auf dem Lister'schen Tuberculum gequetscht wurde und dadurch nekrotische Veränderungen erlitt, die zur Ruptur führten (VERDAN (57)).

Die Ruptur des ext. poll. longus infolge beruflicher Überbeanspruchung (Trommlerlähmung) ist der einzige nachweisbare Fall einer Ruptur dieser Genese.

2.5. Klinik der Begleitverletzungen

Bedingt durch die enge Nachbarschaft von Sehnen, Nerven, größeren Gefäßen und Knochen an Hand und distalem Unterarm, erstrecken sich Traumata nicht nur auf die Sehnen allein, sondern es entstehen multiple Verletzungen.

2.5.1. Nervenläsionen

Diese sind die schwerwiegendsten Begleitverletzungen, wobei Schwere und Ausprägung der Symptome von der Lokalisation abhängen. Gemäß den anatomischen Gegebenheiten wirkt sich eine Nervendurchtrennung in der Regel um so gravierender aus, je weiter proximal der Nerv getroffen wurde.

Die isolierte Durchtrennung eines n. dig. proprius (in Zone 2) hat lediglich die Anästhesie einer Fingerhälfte zur Folge; wurde der Nerv jedoch proximal der Aufzweigung in die nn. dig. proprii in der Hohlhand getroffen, so kann daraus bereits die Anästhesie zweier benachbarter volarer Fingerhälften resultieren.

In der Hohlhand, sowie in der Höhe des Carpalkanales (Zone 5 + 6) befinden sich ferner die Abgänge und Aufzweigungen der motorischen Nervenäste für die kleinen Handmuskeln. Je nach dem Sitz der Verletzung - oberhalb oder unterhalb der Abgänge - können sich Funktionsausfälle ganzer Muskelgruppen bzw. isolierter Muskeln ergeben.

Eine große Zahl der begleitenden Nervenverletzungen sind jedoch an distalem Unterarm und Handgelenk lokalisiert. Das heißt, N. medianus und/oder N. ulnaris wurden vor der Aufzweigung in ihre Hohlhandäste verletzt. Im Vordergrund der Symptome stehen hierbei die teilweise oder völlige Lähmung der kleinen Handmuskeln und der Sensibilitätsverlust.

Schon nach 2 - 3 Monaten treten die typischen Zeichen der Muskelatrophie an Thenar bzw. Hypothenar sowie in den Intermetacarpalräumen hinzu.

Da jede Nervennaht unbedingt spannungsfrei gehalten werden muß, sind je nach Lage des Falles unterschiedliche Immobilisationszeiten der Hand nötig,

um Naht oder Transplantat (etwa ab einer Defektstrecke von 2 cm an) heilen zu lassen. Bei Naht in Entlastungsstellung sind 6 Wochen, bei spannungsfreier Naht bzw. Transplantat 10 Tage üblich.

Der Ausfall der kleinen Handmuskeln, die u.U. lange Immobilisationsdauer und die allgemeine Atrophie begünstigen die Versteifung der ganzen Hand, nicht nur der betroffenen Finger. Häufig verläuft die Heilung der Nerven-naht bzw. des Transplantates auch nicht komplikationslos, es kommt zur Ausbildung von schmerzhaften Neuromen, zu Fehleinsprossungen und zur narbigen Einscheidung des Nervi mit Verwachsungen zu den benachbarten Sehnen. Oft ist deshalb eine Neurolyse nötig. In jedem Fall wird eine Sehnenverletzung durch eine zusätzliche Nervenläsion erheblich kompliziert.

2.5.2. Gefäßverletzungen

Die Verletzung größerer Gefäße wie A. radialis oder A. ulnaris ist von geringerer Bedeutung, da im Bereich der Hand ausreichende Kollateralkreisläufe ausgebildet sind.

So wird, wenn nur ein großes Gefäß betroffen ist, dieses meistens ligiert. Lediglich bei Durchtrennung beider Gefäße muß eines rekonstruiert werden.

2.5.3. Knochenfrakturen

Heilende Frakturen, besonders an Stellen, wo Sehnen ohne zwischengeschaltete Sehnhöhle in unmittelbarem Kontakt mit dem Knochen stehen (Dorsalaponeurosen), können erhebliche Verwachsungen bilden. Dies gilt auch, wenn die Sehnen an der Frakturstelle intakt sind.

So muß beispielsweise gelegentlich nach A.O.-versorgten Frakturen der Hand bei der Materialentfernung eine Tendolyse angeschlossen werden.

Besondere Verwachsungsgefahr besteht bei komplizierten Frakturen, wobei die Größe des Kallus und die Zahl der Fragmente entscheidenden Einfluß auf die Entstehung der Gleitbehinderung haben.

Schließlich können in Fehlstellung heilende Brüche die normale Sehnenfunktion beeinträchtigen.

Die begleitenden Knochenbrüche verzögern gelegentlich die Wiederherstellung der Sehnen, da u.U. erst die Konsolidierung der Fraktur abgewartet werden muß.

2.5.4. Gelenkverletzungen

Sehnenverletzungen werden durch Gelenkläsionen in mehrfacher Weise kompliziert. Zum einen erhöhen letztere - besonders bei eröffneter Gelenkkapsel - die Gefahr der postoperativen Sehnenverwachsungen über dem Gelenk, zum anderen beeinträchtigen die evtl. persistierenden Bewegungseinschränkungen des geschädigten Gelenks den gesamten Erfolg der Sehnenoperation. Man muß in solchen Fällen manchmal zur Arthrodesis des Gelenkes greifen oder Gelenkprothesen einsetzen.

2.5.5. Hautdefekte

Grundsätzliche Voraussetzung jeder Operation ist die ausreichende Hautdeckung der Op-wunde. Je nach dem Ausmaß der aufgetretenen Hautdefekte wird man daher zunächst versuchen müssen, die Wundfläche zu verschließen, nachdem primär das Gleitlager der Sehne wieder hergestellt wurde. Sofern genügend Subcutis vorhanden ist, geschieht dies mit Vollhauttransplantaten. Bei freiliegenden Sehnen, Nerven und Knochen hingegen wendet man lokale Verschiebeplastiken an. Erst wenn diese infolge zu ausgedehnter Defekte nicht möglich sind, greift man zur Fernplastik.

Besonders nach Hauttransplantationen an den Fingern können auf Grund excessiver Narbenbildung und Narbenschumpfung als Spätkomplikationen dermatogene Beugekontrakturen auftreten, die manchmal plastische Operationen erforderlich machen (Z-plastik, Narbenexcision).

Es kommt jedoch auch zu direkten Verwachsungen zwischen Haut und Sehne. In diesem Fall wird die Narbe bei Sehnenbewegungen mitgezogen. Dies

trifft vor allem auch auf die Dorsalseite der Hand zu, wo die Sehnen bzw. Dorsalaponeurosen über weite Strecken ohne Sehnenscheiden verlaufen und in direktem Kontakt mit der Subcutis stehen.

2.6. Entzündliche Sehnenerkrankungen

Einige entzündliche Erkrankungen der Hand können auf die Sehnen und Sehnenscheiden übergreifen und zu Verwachsungen führen. Genannt seien hier nur: Phlegmonen, Panaritien, Pcp, Sehnenscheiden-Tbc.

3. OPERATIONSMETHODEN ZUR SEHNENWIEDERHERSTELLUNG

Die Wiederherstellung der Funktion einer durchtrennten Sehne beruht im Prinzip auf 4 Methoden:

1. End-zu-End-Naht
2. Transplantation
3. Verlängerung der Sehne
4. Transposition einer unverletzten Sehne mit gleicher Gleitamplitude auf die verletzte Sehne

Anwendungsbereich und Op-Zeitpunkt der einzelnen Rekonstruktionen werden von Autor zu Autor verschieden definiert. Man unterscheidet zunächst Primär- und Sekundärversorgung.

3.1. Primäre Wiederherstellung

3.1.1. Vor- und Nachteile

Vorteile:

1. Keine Sehnenverwachsungen vorhanden
2. Muskeln weder degeneriert noch geschrumpft
3. Gelenke noch nicht versteift
4. Geringere Retraktion der Sehnenstümpfe
5. Keine durch die Retraktion geschädigten Vincula (VERDAN (57))
6. Nur eine Operation, d.h. geringere Belastung für den Patienten
7. Kürzere Phase der Inaktivität
8. Kürzere Phase der Arbeitsunfähigkeit
9. Geringerer Zeitaufwand für die Klinik
10. Kostenersparnis für Patient oder Versicherung

Nachteile:

1. Gefahr der Wundinfektion (Verbreitung der Kontamination bei der Op.)
2. Zusätzliche Traumatisierung durch die Op.mit ihren negativen Folgen (Oedem etc.)
3. Meist kein qualifiziertes, handchirurgisch geschultes Personal für die Primärversorgung vorhanden und
4. technische Möglichkeiten meist begrenzt

3.1.2. Methoden der primären Versorgung

1. Primäre End-zu-End-Naht
2. Primäre Transplantation

3. Primärer plastischer Beugesehnenersatz mit der oberflächlichen Beugesehne (ZRUBECKY (62))

4. Primäre Naht in Dringlichkeit mit aufgeschobener Operation (ISELIN (21))

Diese und die folgenden Methoden versuchen, die Mängel der primären Versorgung, insbesondere die Infektionsgefahr zu umgehen, indem mit der Op. so lange gewartet wird, bis der Ausbruch einer Wundinfektion mit Sicherheit nicht mehr zu befürchten ist, bzw. die Operation von Fachkräften ausgeführt werden kann.

5. Primäre Z-förmige Verlängerung der oberflächlichen Beugesehne am Handgelenk im Rahmen der aufgeschobenen Dringlichkeit (ZRUBECKY (63))

Diese Methode stößt auf oft erhebliche technische Schwierigkeiten infolge der anatomischen Variabilität des Muskel-Sehnenübergangs der oberfl. Beugesehne am Unterarm. Reicht dieser weit distal bis in die Nähe des Retinaculum flexorum, so kann sich der Sehnen callus an der Verlängerungsstelle bei Streckung des Fingers im Retinaculum fangen und zu Funktionseinbußen führen. Die Methode hat sich jedoch am Daumen gut bewährt.

6. Verzögerte primäre Sehnen transplantation (nach durchschnittlich 9 Tagen) (HARRISON (16))

3.2. Sekundäre Wiederherstellung

3.2.1. Vor- und Nachteile

Vorteile:

1. Aseptische Wundverhältnisse vorhanden
2. Möglichkeit der Wiederherstellung unter optimalen technischen und personellen Bedingungen in einer handchirurgischen Abteilung.
3. Nach Abschluß der Wundheilung, d.h. nachdem das Gewebe morphologisch zur Ruhe gekommen ist, wird der Chirurg nur noch mit einem Problem befaßt: Wiederherstellung der ausgefallenen Funktion.

Er kann sich nun auf den besten Weg zur Wiederherstellung konzentrieren und seine Wahl zwischen den zur Verfügung stehenden Methoden frei treffen (BOYES (4)).

Nachteile:

1. Bildung von Sehnenverwachsungen
2. Evtl. Auftreten von Gelenkversteifungen
3. Amyotrophie
4. Sehnenenden retrahiert und fixiert
5. Hoher Zeitaufwand
6. Höhere Krankenhauskosten
7. Längere Arbeitsunfähigkeit
(ZRUBECKY (62) sek. freie Transpl. durchschnittl. Arbeitsun-

- fähigkeit 22 Wochen,
primäre fr. Tr. durchschnittl. 11,7 Wochen)
8. Erneute Eröffnung der Haut und damit verbundene Narbenbildung

3.2.2. Methoden der sekundären Wiederherstellung

1. Sekundäre End-zu-End-Naht
2. Sekundäres Transplantat

Dieses kann einzeitig oder zweizeitig, d.h. nach Rekonstruktion einer Sehnenscheide (HUNTER (17), GELDMACHER (14) e.a.) durchgeführt werden.

Als Transplantat kommen in Frage:

Palmaris longus-Sehne

oberflächl. Beugesehne

Plantaris-Sehne (Nachteil: 2 Op.bereiche gleichzeitig)

Lange Strecksehnen der Zehen 2-4

homologes Transplantat

TUBIANA (55) hat allgemein anerkannte Prinzipien und Differenzen in der Methodik der Sehnentransplantationen zusammengefaßt:

Anerkannte Prinzipien sind:

- a) Nur ein Beugesehnentransplantat in einem Finger
- b) Das Transplantat sollte von kleinem Kaliber sein und seine Enden sollten sorgfältig von der fibrösen Sehnenscheide entfernt gehalten werden.
- c) Es ist empfehlenswert, mindestens ein Ringband zu erhalten, um "bow-stringing" zu vermeiden.
- d) Der Spannung des Transplantates muß in jedem Fall Rechnung getragen werden.
- e) Geduld und Sorgfalt auch in Kleinigkeiten.
- f) Eine intakte Superfic.-Sehne wird nie geopfert.

Differenzen bestehen in folgenden Punkten:

- a) Führung des Hautschnittes
 - b) Ausmaß der resezierten Sehnenscheidenanteile
 - c) Gewöhnlich wird die tiefe Beugesehne wiederhergestellt. Manchmal kann es jedoch von Vorteil sein, auch die oberfl. Sehne zu reparieren.
 - d) Herkunft des Transplantates
 - e) Verbindungen und Nahttechniken
 - f) Nahtmaterial
 - g) Immobilisationsdauer
3. Beugesehnenabspaltung
- D.h. plastischer Ersatz einer durchtrennten Beugesehne durch die

eine Hälfte der oberflächlichen Beugesehne des Nachbarfingers.

4. Sehnenverpflanzung

Zum Beispiel Verpflanzung der oberflächlichen Beugesehne von D_4 auf D_1 bei Durchtrennung des flexor poll. longus, oder auf D_5 bei Durchtrennung von dessen beiden Beugesehnen.

5. Verlängerung der vorhandenen Sehne am Handgelenk durch Stufenplastik (hauptsächlich an D_1).

3.3. Spezielle Eingriffe

3.3.1. Operation der Knopflochdeformität

Es existieren eine Vielzahl Methoden nach verschiedenen Autoren (z.B. VERDAN (57), MATEV (33), FOWLER (11), DOLPHIN (9), LITTLER, EATON (30), SALVI (45) u.a.).

3.3.2. Operation des Malletfingers

Sie ist selten indiziert, meistens genügt die konservative Behandlung.

Auch hier existieren mehrere Verfahren, z.B. das von STACK (50).

4. INDIKATIONEN DER SEHNENOPERATION UND IHRE EINSCHRÄNKUNGEN

4.1. Die Indikationsstellung richtet sich zunächst nach einer Reihe von allgemeinen Gesichtspunkten:

1. Art der Verletzung (Schnittverl./Riß-Q.verl.)
2. Umfang der Begleitverletzungen
3. Lokalisation der Verletzung
4. Zeitraum zw. Unfall und Erstversorgung
5. Grad der Kontamination der Wunde
6. Alter des Patienten
7. Beruf des Patienten
8. Verfügbare technische und personelle Möglichkeiten und Erfahrung des Chirurgen

4.2. Primäre oder sekundäre Versorgung der Sehnen- verletzung?

Vor diese Grundfrage sieht sich jeder erstbehandelnde Chirurg gestellt, wenn er mit dem Verletzten konfrontiert wird.

4.2.1. Voraussetzungen für die Primärversorgung

Die meisten Autoren sind sich darüber einig, daß die primäre Versorgung unter gewissen Voraussetzungen und in bestimmten topographischen Zonen durchaus erfolgversprechend sein kann. Diese Voraussetzungen sind:

1. Glatte, saubere, wenig kontaminierte Schnittwunde ohne Gewebsdefekte.
2. Wunde nicht älter als 4 Stunden (MASON (32))
3. Durchführung der Op. von erfahrenem, technisch geschicktem Op.-Personal
4. Geeignete Op.-Bedingungen (Instrumente, Licht, evtl. Op-Lupe etc.)
5. Geeignete Nahttechniken

4.2.2. Kontraindikationen der Primärversorgung

1. Ausgedehnte Hautdefekte
2. Schwere Riß-Quetschverletzung mit massivem Weichteiltrauma
3. Stark kontaminierte Wunde

4.2.3. Die Zahl der Fälle, die entweder die obigen Voraussetzungen in idealer Weise erfüllen, oder bei denen die Primärversorgung eindeutig kontraindiziert ist, ist jedoch gering. Das heißt, die meisten Entscheidungen müssen in dem oft schwer zu beurteilenden Zwischenbereich zwischen den beiden Extremfällen getroffen werden. Diese Tatsache und die Vor- und Nachteile der Primär- bzw. Sekundärversorgung führen zu erheblichen Kontroversen.

Am heftigsten umstritten ist dabei das therapeutische Vorgehen in Zone 2 (siehe unten).

4.3. Übereinstimmung und Kontroversen

4.3.1. Annähernde Übereinstimmung über die Methodik bei Verletzungen in den Zonen 1, 5, 7 und an den Extensoren.

Zone 1:

Alleinige Durchtrennung des flexor profundus. Es wird fast einhellig die primäre Naht empfohlen (VERDAN (57), ISELIN (19), MASON (32), REID (44), WINSTON (61), BOLTON (2)).

Zone 5 + 7:

Bei Durchtrennung beider Beugesehnen primäre Naht der tiefen Beugesehne, wenn es die Wundverhältnisse zulassen.

Unstimmigkeit herrscht darüber, ob die oberfl. Beugesehne reseziert, oder ebenfalls genäht werden soll.

Bei Verletzungen der Extensoren kann fast immer die Primärversorgung versucht werden.

4.3.2. Kontroversen bei den Verletzungen in Zone 2 (und 6)

4.3.2.1. Die Verletzungen beider Beugesehnen in Zone 2 und ihre Behandlung sind der eigentliche Anlaß und Hauptgegenstand der "Great flexor tendon controversy" (BOYES).

Das therapeutische Verhalten verschiedener Autoren gegenüber diesem Problem sei im Folgenden kurz wiedergegeben:

BOYES (3,4):

Sekundäres Transplantat zur Reparatur der tiefen Beugesehne in fast allen Fällen. Nur bei glatter Schnittverletzung und sonst idealen Bedingungen (Personal, Op-Raum) und bei einem Alter des Patienten von unter 7 oder über 50 Jahren kommt eine primäre Versorgung in Frage.

Ist nur die oberflächliche Beugesehne verletzt, erfolgt keine Operation.

ISELIN (21):

Primäre Naht in sog. Dringlichkeit mit aufgeschobener Operation (d.h. nach entsprechender allgemeiner und lokaler Vorbereitung bis lokale Asepsis erreicht ist).

Strikte Anwendung der blockierten Sehnennaht.

VERDAN (57,58):

Flexible Haltung, neigt jedoch überwiegend zur primären Naht, eventuell sogar Naht beider Beugesehnen.

V. steckt den Rahmen für die Indikation der Primärversorgung ziemlich weit ab. Sie sollte jedoch nur von erfahrenen Chirurgen durchgeführt werden.

BUNNELL (7):

Nur sekundäres Transplantat

ZRUBECKY (63):

Primäre Beugesehnenplastik im Rahmen der aufgeschobenen Dringlichkeit (Z-förmige Verlängerung der Superficialis-Sehne und Anheftung am Endglied nach Resektion der Profundus-Sehne)

Keine Primäre Naht.

HARRISON (16):

Verzögertes primäres Transplantat nach dem Abklingen des Wundödems und dem sicheren Ausschluß der Wundinfektion (etwa 5 Tage nach dem Unfall).

MOBERG (36):

Nur sekundäres Transplantat

Handchir. Abteilg. München:

Bei glatten Schnittwunden frühsekundäres Transplantat (nach Abschluß der Wundheilung).

Bei Riß-Quetschwunden späteres Transplantat nach Vorbehandlung (Narben, Gelenke).

Bei starker Vernarbung zweizeitiges Transplantat (mit PVC-Schlauch bis in die Hohlhand, am distalen Ende fixiert, am proximalen Ende freiliegend). Op-Zeitpunkt entsprechend der Trophik und Beweglichkeit der Finger, frühestens jedoch nach 6 Wochen. Zwischen 1. und 2. Operation erfolgt Übungsbehandlung.

Keine primäre Naht.

4.3.2.2. Verhalten einiger Autoren in Zone 6

KELLY (26):

Primäre Naht, wenn die Wundverhältnisse es zulassen.

WINSTON (61):

Primäre Naht (nur des flex. prof.) bei guten Bedingungen

VERDAN (56):

Sekundäre Naht

BOLTON (2):

Primäre Naht (flex. prof.) wenn N. med. ebenfalls durchtrennt ist.

5. PATHOPHYSIOLOGIE DER SEHNENVERWACHSUNGEN

5.1. Ursache der Verwachsungen

Es lassen sich traumatische und entzündliche Ursachen unterscheiden. Beide Gruppen haben jedoch ein gemeinsames pathophysiologisches Substrat: Beeinträchtigung der physischen Integrität von Sehnenoberfläche und Sehne und des Gleitapparates. Im Detail kann dies bedeuten:

1. Läsion des Epitenons allein
2. Läsion von Epitenon und Sehne
3. Läsion von Sehnenscheide (oder Paratenon) und Epitenon bzw. Epitenon und Sehne

5.2. Heilung der Sehne und Entstehung der Verwachsungen

Seit der Veröffentlichung der ersten Arbeiten über dieses Problem war der Ablauf der Sehnenheilung, insbesondere die individuelle Funktion der einzelnen anatomischen Strukturen in diesem Prozeß, der Gegenstand von Kontroversen.

So sahen zum Beispiel 1932 MASON und SHEARON (31) noch eine Beteiligung sowohl der Sehnenscheide (Schließung der Lücke zwischen den Sehnenstümpfen - 1. Phase) als auch der Sehne selbst (Tenoblastenproliferation - 2. Phase). Im Gegensatz dazu bezeichnet zum Beispiel LINDSAY (28) Epitenon und Endotenon als die hauptsächlichen proliferativen Strukturen im Heilungsprozeß. Letzterer wird durch die Tenoblastenproliferation beendet. Die Sehnenscheide und ihr umgebendes Gewebe tragen nach seiner Meinung jedoch kaum zur Heilung bei, sind jedoch für die Verwachsungen verantwortlich.

Die Entwicklung der heutigen, weitverbreiteten Vorstellungen über die Sehnenheilung ist eng mit den Autoren ISELIN (18), LAFAURY (27), aber vor allem PEACOCK (40) und auch POTENZA (41) verknüpft, wobei POTENZA die Ergebnisse PEACOCKS lediglich bestätigen konnte.

Beide Letztgenannten räumen Sehnenscheide und peritendinösem Gewebe die Hauptrolle im Heilungsvorgang ein. Tenoblastenproliferation tritt innerhalb der heilenden Sehne nicht auf, diese spielt nur eine passive Rolle und trägt zur Heilung nicht bei.

Im Einzelnen beschreibt POTENZA (41) folgenden, im Tierversuch gefundenen Ablauf:

5.2.1. Proliferation des Synovialgewebes:

Nach dem Trauma wird die Synovialschicht der Sehnenscheide durch die Proliferation der Synovialzellen durchbrochen. Diese Durchbrechung erfolgt in der Nachbarschaft der Sehnenwunde, sie ist etwa am 4. bis 5. postoperativen Tag beendet.

Die anschließende Restauration der Synovialschicht beginnt etwa am 14. pop. Tag und ist etwa am 21. pop. Tag beendet - mit Ausnahme einiger persistierender filmartiger, synovialer Verwachsungen an der Stelle der Sehnendurchtrennung.

5.2.2. Bildung von Granulationsgewebe:

Etwa am 4. pop. Tag beginnt Granulationsgewebe, das aus dem subsynovialen Bindegewebe oder dem Paratendineum stammt, zu proliferieren. Es besteht aus Kapillarsprossungen und Fibroblasten und wächst in die Sehnenwunde d.h. letztlich zwischen die Sehnenstümpfe und in die Nahtspuren an der Sehne hinein. Am 7. pop. Tag erscheinen im Granulationsgewebe feine, junge Kollagenfasern und am 10. pop. Tag hat das Granulationsgewebe einen ausgesprochen fibroblastischen Charakter angenommen. Die in die Sehnenwunde eingewachsenen Fibroblasten und die von ihnen gebildeten Kollagenfasern sind zunächst senkrecht zur Längsachse der Sehne ausgerichtet.

Nach etwa 3 Wochen beginnen die Fibroblasten im Narbenbereich zwischen den Sehnenenden sich parallel zur Längsachse der Sehne zu orientieren - diese Phase ist etwa am 28. Tag mit der vollständigen Ausrichtung sämtlicher Fibroblasten und Kollagenfasern abgeschlossen.

Die parallelen, jedoch getrennten Kollagenfasern ordnen sich nach 3 Mo-

naten zu Bündeln, die wenige Wochen später das gleiche mikroskopische Bild zeigen, wie die Faserbündel der ursprünglichen Sehne.

5.2.3. Revaskularisierung der ischämischen Sehnenbezirke:

Die vom Granulationsgewebe mitgeführten Gefäße unterliegen einem ähnlichen Ausrichtungsprozeß wie die Fibroblasten, wie TENEFF und FONDA (52) zeigten. Die Autoren unterscheiden 4 Stadien:

1. Rein transversale Gefäßsprossung, die die ischämischen Sehnenbezirke in unterschiedlichem Ausmaß rehabilitiert.
2. Andeutung einer longitudinalen Revaskularisierung, die die Nähte an bestimmten Stellen durchquert.
3. Koexistenz einer transversalen Revaskularisierung von der Peripherie her, mit einer longitudinalen, die an die Gefäße der intakten Sehnenbezirke angeschlossen ist.
4. Vorherrschende Längsvaskularisierung. Bestimmte Bereiche, die von der Peripherie her versorgt werden, persistieren jedoch noch. Diese Bereiche mit ihrer transversalen Vaskularisierung werden häufig der Sitz der festen Verwachsungen.

5.3. Der Effekt isolierender Materialien zwischen Sehnenwunde und umgebendem Gewebe.

Die oben zitierten Erkenntnisse über den Ablauf der Sehnenheilung werden indirekt bestätigt durch die fast durchweg desolaten Ergebnisse der vielen Umhüllungsversuche mit Röhren aus den verschiedensten Materialien (siehe unten). Diese waren letztlich mit dem Ziel unternommen worden, eine reine per primam - Heilung der Sehne zu erreichen, das heißt in diesem Falle, die Bindegewebseinsprossung von außen zu unterbinden.

Wird auf diese Weise der Kontakt der verletzten, teilweise ischämischen Sehne mit der Sehnenscheide oder dem Peritendineum unterbrochen, so wachsen die Sehnenenden nicht eher zusammen, als bis gefäßführendes Granulationsgewebe in die interponierte Röhre eingewachsen ist und den Wundbezirk der Sehne erreicht hat.

Die Heilung erfolgt auf diese Weise verzögert und die Verwachsungen sind

weit ausgedehnter und stärker, da sie sich nicht nur über den ischämischen Wundbereich, sondern über die ganze Oberfläche der eingehüllten Sehnen-segmente erstrecken (POTENZA (41)).

Auch die Verwendung geschlitzter Röhren (MITTELMEIER (35)), die die Ausbildung eines Mesotendons nicht verhindern sollten, führten zu keinem Erfolg, da die Trophik der Sehne offenbar zu sehr beeinträchtigt wurde.

Häufig führt die künstliche Umscheidung nicht nur zur Verwachsung, sondern zur totalen Ischämie der Sehne und damit zur Nekrose und eventuellen Ruptur.

5.4. Bedeutung der Verwachsungen für die Sehnenheilung

PEACOCK (39) stellte schon 1959 fest:

"Die Entwicklung postoperativer Verwachsungen scheint als ein normaler Prozeß der Wundheilung für die Wiederherstellung einer adäquaten Blutversorgung nötig zu sein."

Facit: Die Verwachsungen sind also keineswegs akzidentell, sondern sie erfüllen im Heilungsprozeß der Sehne eine entscheidende Funktion.

Es gilt daher nicht, sie von vornherein völlig zu verhindern, sondern es geht darum, ihre Ausbildung durch geeignete Maßnahmen auf das Nötigste zu reduzieren und zusätzliche verwachsungsfördernde Faktoren im Verlauf von Operation und Rehabilitation zu verhindern.

6. VERSUCHE ZUR VERHINDERUNG VON SEHNENVERWACHSUNGEN

Während die technischen Probleme der Sehnenwiederherstellung heute hinreichend befriedigend gelöst wurden, blieben die zahlreichen Versuche, die postoperativen Verwachsungen zu verhindern, weit weniger erfolgreich.

In manchen dieser Bemühungen fanden die jeweiligen Theorien über die Pathogenese der Verwachsungen ihre praktische Konsequenz (Nahttechnik, Immobilisationszeiten). Einige dieser Versuche tragen zwar zur Verminderung der Verwachsungen bei, viele haben sich jedoch als totale Irrwege erwiesen.

"Eine zuverlässige Methodik der Verwachsungsverhütung, die grundsätzlich erfolgreich ist, gibt es bisher nicht." (MITTELMEIER (35))

Ganz unabhängig von der Art der wiederherstellenden Eingriffe wendet man in der heutigen Sehnenchirurgie bestimmte

6.1. allgemein-chirurg. Maßnahmen zur Verhütung von Verwachsungen an:

6.1.1. Vermeidung von Wundinfektionen

Dazu gehört:

1. Antibiotikaprophylaxe
2. Gegebenenfalls Friedrich'sche Wundexcision
3. Abwarten mit der Sehnenwiederherstellung, bis aseptische Wundverhältnisse gesichert sind (bei stark kontaminierten Wunden)

6.1.2. Atraumatische Operationstechnik

Diesen Begriff prägte bereits BUNNEL. Seine volle Bedeutung ist offenbar, seit LINDSAY (28) (und später POTENZA) im Tierversuch die verhängnisvolle Wirkung instrumentell, während der Operation gesetzter Traumata an der Sehne nachwies. Selbst bei ganz geringer Traumatisierung des Epitenons waren die dadurch hervorgerufenen Verwachsungen alarmierend.

Atraumatisches Operieren bedeutet im Einzelnen:

1. Operation in Blutleere
2. Verwendung atraumatischer Nadeln
3. Anwendung möglichst schnürungsfreier Nahttechniken, um die Nekrosegefahr im Nahtbereich nicht noch zu vergrößern.

Die Wahl der Technik ist abhängig von der Lokalisation der Sehnenverletzung bzw. der zu setzenden Naht. So führt man zum Beispiel im Canalis digitalis meist sehr feine, wenig belastbare epitendinöse U-Nähte durch, während in den proximalen Sehnensegmenten zahlreiche unterschiedliche Techniken nach verschiedenen Autoren anwendbar sind.

Insbesondere hat sich die Ausziehdrahtnaht nach BUNNEL bewährt, denn "das bestverträgliche Material ist dasjenige, das nicht existiert" (VERDAN (57)). Um mit möglichst feinem Material und größter Exaktheit arbeiten zu können, ist es nötig, die Retraktionskraft des Muskels zu kompensieren. Dazu eignen sich folgende Methoden: "blockierte Naht" nach VERDAN, Entlastungsdraht im proximalen Sehnenstumpf, temporäre Arthrothese, Immobilisation in Entlastungsstellung.

4. Verwendung reizlosen Nahtmaterials (nichtoxydierbarer Stahldraht, nylonähnliche Substanzen, Gefäßseide).
5. Subtile Behandlung des Epitenons
Das heißt, die Sehne darf nur mit stumpfen, nicht verletzenden Instrumenten gefaßt und nicht gequetscht werden.
6. Exakte Blutstillung nach dem Öffnen der Blutleere. Dies ist nötig, da durch die Organisierung eines bestehenden Hämatoms in der Umgebung der Sehne die bindegewebige Verwachsung verstärkt wird (GELDMACHER (14)).

6.2. Spezielle chirurgische Maßnahmen bzw. Operationstechniken zur Verhütung von Verwachsungen

Einige dieser Maßnahmen finden bereits lange Verwendung in der Klinik, andere wurden bisher vorwiegend nur experimentell angewandt.

6.2.1. Klinisch

6.2.1.1. Resektion der Sehnnenscheide bis auf wenige Ringbänder bei Verletzungen und Naht in Zone 2.

Die Resektion verhindert zwar nicht die Bildung von Verwachsungen, diese können jedoch durch aktive Bewegungsübungen mobilisiert werden, während sie bei Belassung von Sehnnenscheide und der für die Sehnenfunktion unwichtigen Ringbänder unbeweglich blieben (VERDAN (58)).

6.2.1.2. Rekonstruktion der Sehnenscheide (HUNTER (17), THATCHER (53), GELDMACHER (14) u.a.)

Dies geschieht durch Einlegen eines biegsamen Stabes (Silastic, PVC) in den Digitalkanal nach der Resektion beider Beugesehnen. Innerhalb von 3 Wochen bildet sich um den Stab ein neuer Gleitkanal, jedoch ohne synoviale Oberflächenstrukturen (GELDMACHER (14)).

Diese Maßnahme stellt den ersten Akt der zweizeitigen freien Beugesehnen-transplantation dar.

Im zweiten Akt wird der Silasticstab entfernt und das freie Transplantat gleichzeitig in den neuen Gleitkanal eingezogen. GELDMACHER berichtet von guten Ergebnissen. Die Methode erfordert allerdings eine viel längere Behandlungsdauer. Sie ist daher nur eingeschränkt anwendbar; zum Beispiel, wenn die vom Transplantat zu überbrückende Narbenzone zu ausgedehnt ist, um eine konventionelle Beugesehnentransplantation mit Erfolg durchzuführen (VERDAN (57)).

6.2.1.3. Resektion der Superficialissehne und Naht der Profundussehne.

Dabei soll die Superficialissehne jedoch nicht vollständig, sondern nur proximal der Vincula reseziert werden, ohne letzteres zu zerreißen. Damit bleibt die Gefäßversorgung der tiefen Beugesehne und die Integrität des periostalen Bodens des Fingerkanales erhalten. Die Verwachsungstendenz der verbleibenden tiefen Beugesehne wird dadurch erheblich gemindert (POTENZA (41)).

6.2.1.4. Verlagerung von Sehnenanastomose oder -naht aus der besonders verwachsungsgefährdeten Zone 2.

Folgende Methoden stehen zur Auswahl:

6.2.1.4.1. Transplantation

1. Primäre oder sekundäre freie Beugesehnentransplantation mit kürzeren Transplantaten (proximale Anastomose in der Hohlhand), oder mit langen Transplantaten nach MATEV (prox. Anastom. am Unterarm.
2. Zweizeitige freie Beugesehnentransplantation (siehe oben)

3. Transplantation homologer, Cialit-konservierter Sehnen (ISELIN, DE PLAZA, FLORES (23), SEIFFERT, SCHMIT (47)).

ISELIN berichtet von mindestens gleichwertigen, teilweise besseren Ergebnissen, verglichen mit der autologen Transplantation und bezeichnet die Methode als gut wählbar mit einem großen Anwendungsspektrum. SEIFFERT berichtet von günstigen, dem autologen Transplantat vergleichbaren Ergebnissen.

Beide Autorengruppen betonen die geringe oder kaum existente Antigenität des homologen Transplantates.

- 6.2.1.4.2. Primäre Z-förmige Verlängerung der oberflächlichen Beugesehne als primärer plastischer Sehnenersatz bei intravaginaler Durchtrennung (ZRUBECKY (63))

Diese Methode hat sich an den Langfingern als sehr schwierig durchführbar erwiesen. Sie wird fast nur noch am Daumen praktiziert, wo sie ihre Berechtigung erhalten hat.

- 6.2.1.4.3. Beugesehnenabspaltung vom Nachbarfinger (ZRUBECKY (64))

6.2.2. Experimentell

- 6.2.2.1. Umhüllung von Sehnennähten oder -transplantaten mit auto-, homo-, hetero- oder alloplastischem Material

Fast alle diese Versuche sind inzwischen historisch. Sie konnten sich nicht durchsetzen, da sie von falschen theoretischen Voraussetzungen ausgingen und dem natürlichen Heilungsverlauf der verletzten Sehne grundlegend zuwiderliefen. Die folgende Zusammenstellung von GELDMACHER (14) gibt eine Übersicht über die Vielzahl der verwendeten Materialien.

Bisherige Versuche zur Verhütung von Verwachsungen von Sehnennähten
und freien autologen Sehnentransplantaten durch Umhüllung, Unterfütterung
oder Umspülung

autoplastisch	Fettgewebe	Henze, Mayer, Rehn, Eden, Lexer, Bunnell, M. Lange, Peer, Salomon, Pitzen, Moberg
	Faszie	Henze, Mayer, König, Urk u. Glössner, Lexer, Payr, Bunnell, Pitzen, Kirschner, Moberg, Krömer, Peer, Burk
	Paratenon	Bunnell, Biesalski
	Knorpel	Henze, Mayer
	Venen u. Arterien	Henze, Mayer, Tholo, Lexer, Gueukdjian
	Peritoneum	Lexer, Kolaczek, Lanz, Hoffmann, Deutschland
	Periost	Burmann u. Umanski
homo-u. heteroplastisch	Sehnenscheide	Pitzen, Scheel
	Peritoneum	Henze, Mayer, Lexer
	Fischblase	Henze, Mayer, Foramitti, Biesalski
	Schweinsblase	Henze, Mayer
	Bruchsackhüllen	v. Hacker, v. Saar
	Amnion	Wilmoth, Pinkerton
	Tunica vaginalis v. Hoden	Wilmoth
alloplastisch	Kalbsarterien (gehärtet)	v. Hacker
	Catgut	Wilmoth, Pinkerton, Marshall, Lexer
	Silberröhrchen	Henze, Mayer
	(Pergament)papier	F. Lange, Pitzen, M. Lange, Lexer
	Celluloid, Celloidin,	L. Mayer, Pitzen, Wheeldon, McKeever,
	Cellophan, Cellfoam,	Farmer, Dawis, Iselin, Wrenn
	Pyromen	
	Gummi	Gasna, Närvi
	Stahlfolie u. -röhrchen	Skoog, Persson, Mayer, Milgram, McKee, Peacock
	Vitallium	McKee
	Polyäthylen	Gonzales, Entin, Iselin, Bunnell, Schink, Böhler, Mittelmeier, Entin, Sarkin, Peacock
	Teflon	Gonzales, Brown, Williams
	Silikon	Brown
	Millipore	Basset, Campbell, Husby, Ashley, Stone, Edwards, Sloane, Algire, Weller

Lediglich die Interposition von Paratenon (oder auch Silastic) an besonders verwachsungsgefährdeten Stellen wie Narbenplatten oder Knochenoberfläche hat sich bewährt und wird noch praktiziert (z.B. ISELIN (21)).

6.2.2.2. "Composite tissue tendon grafts" (PEACOCK (38))

Hierbei handelt es sich um die homologe Verpflanzung beider Beugesehnen mit dem intakten Syvonialsack. PEACOCK berichtet dazu von sehr guten Resultaten, bemerkt jedoch einschränkend, daß diese Methode noch nicht als Methode der Wahl bei der Wiederherstellung aller Beugesehnenverletzungen innerhalb der Sehnenscheide in Frage komme. Die Experimente zeigten jedoch, daß solche Transplantate gut toleriert würden und in Fällen ausgedehnter Verletzungen von Sehnenscheide und Gleitgewebe angewendet werden könnten, wenn die Wiederherstellung durch das konventionelle Transplantat aussichtslos erscheine.

6.2.2.3. Verwendung lyophilisierter Transplantate

POTENZA (42) pflanzte Hunden homologe lyophilisierte flexor profundus-Sehnen in die intakte Sehnenscheide ein.

Die Transplantate wurden nicht abgestoßen und ergaben bessere Ergebnisse als frische, mit Paratenon bedeckte Transplantate. Die Lyo-Transplantate bilden - ähnlich wie die Cialit-Sehne - ein Grundgerüst für die Zellularisierung durch Bindegewebszellen aus der Sehnenscheide. Die Zellen durchwandern den freien Raum zwischen Sehnenscheide und Epitenon, jedoch, ohne Kollagenfasern zu hinterlassen und damit ohne die Ausbildung von Verwachsungen.

6.3. Medikamentöse Versuche

Cortison hat einen dämpfenden Effekt auf die überschießende Vernarbungsreaktion der verletzten Sehne. Es kann nach Tendolysen von Nutzen sein (CARSTAM (8)).

JAMES wendet die Cortisontherapie konsequent bei seinen Patienten über einen Zeitraum von 2 Tagen vor und nach der Operation an, kann aber keinen sicheren Erfolg dieser Methode angeben.

Versuche mit Trasylol wurden in der Beugesehnenchirurgie von BUCK-GRAMKO (6), GELDMACHER (12,13) und anderen unternommen. GELDMACHER berichtet dabei von erfolgreichen Tierversuchen.

Insgesamt kann man der medikamentösen Prophylaxe der Verwachsungen nur eine unterstützende Funktion zugestehen, als alleiniges Mittel ist sie zumindest jetzt noch nicht brauchbar.

7. VORAUSSETZUNGEN FÜR DIE TENDOLYSE

Autoren, die sich eingehender mit der Tendolyse beschäftigt haben, insbesondere VERDAN (57) und FETROW (10) stellten die Forderung nach einer Reihe von Vorbedingungen auf, die vor der Operation erfüllt sein sollten.

7.1. Ungestörte Trophik des Op-gebietes

7.1.1. Gute Hautdeckung

Excessive Narbenbildung, schlecht, bzw. sekundär eingeeilte Hauttransplantate, Keloidnarben über der zu lösenden Sehne beeinträchtigen die Erfolgchancen der Operation wegen der Gefahr dermatogener Kontrakturen oder direkter Verwachsungen mit der Sehne.

Iselin und Fetrow empfehlen beim Vorliegen schwerer Narben eine korrigierende Narbenexcision vor der Tendolyse, um sicherzustellen, daß die Sehne danach in gutem Unterhautgewebe eingebettet liegt und ihre Revaskularisation ungestört ablaufen kann.

7.1.2. Fehlen von jeglichen Entzündungszeichen an der betroffenen Hand

7.1.3. Ausreichende Gefäßversorgung

Mangeldurchblutung in einem verletzten Gewebe verzögert den Heilungsvorgang und beschwört die Gefahr der Nekrose herauf. Die Revaskularisation der befreiten Sehne muß ohne neue Gleitbehinderung ablaufen können (VERDAN (57)).

7.1.4. Ausreichende Innervation

Wie ZRUBECKY (65) zeigen konnte, werden mangelhaft innervierte Finger vom Patienten kaum gebraucht. Dadurch ist die postoperative Mobilisation des Fingers, die ja entscheidend auch von dessen normalen Wiedergebrauch im täglichen Leben abhängt, gefährdet.

Es sollte an dem betroffenen Finger mindestens ein intakter Digitalnerv vorhanden sein (FETROW (10)).

7.2. Guter funktioneller Zustand von Sehne und Gleitbett

Die Forderung dieser Voraussetzungen ist problematisch, da sich meist erst intraoperativ der wahre Zustand von Sehne und Gleitbett genau feststellen läßt.

7.2.1. Normale Zugspannung der Sehne

Dies bedeutet: Die Sehne muß

1. ausreichend fest sein,	
darf	2. nicht zu lang
und	3. nicht zu kurz sein.

Ist eine der beiden letzten Voraussetzungen nicht erfüllt (insuffiziente Sehnenlänge z.B. durch ein bindegewebiges Regenerat), so gerät der Operateur in eine Konfliktsituation. Denn einerseits entspricht die erforderliche Raffung oder Verlängerung der Sehne einem Immobilisationseingriff, andererseits stellt die Lösung der Sehne einen Mobilisationseingriff dar.

7.2.2. Gleichmäßiges und normales Sehnenkaliber

Auftreibungen, die sich besonders im Bereich der physiologischen Engen des Digitalkanales als hinderlich erweisen, oder Verkleinerungen des Sehrendurchmessers sind Zeichen degenerativer Veränderungen. Bei der Lösung besteht erhöhte Rupturgefahr.

7.2.3. Intaktes Gleitbett

Das die befreite Sehne umgebende Gewebe sollte möglichst geschmeidig und weitmöglichst narbenfrei sein.

7.3. Funktionsfähige Muskeln und Gelenke

7.3.1. Muskeln

Es hat wenig Zweck, eine Sehne zu lösen, deren motorischer Antrieb in seiner Funktion beeinträchtigt ist. Dies ist nach Trauma und Wiederherstellung der Sehne häufig der Fall. Einerseits kommt es dabei auf Grund von Degeneration, narbiger Veränderung und Inaktivität zu einer Hubverkürzung, andererseits schafft die Verletzung abnorme Bedingungen, die die Reflexbahnen der beteiligten Muskeln verändern (Deconditionement

und Dysconditionement, ISELIN (21)).

ISELIN betont in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit einer ausreichenden Periode aktiver Krankengymnastik, die vor allem dazu bestimmt sei, die motorischen Antriebe der blockierten Sehnen wieder umzuerziehen - selbst wenn sich die Muskelkontraktionen an den Verwachsungen störten und keine Bewegungen nach sich zögen.

Die Muskelkraft sollte adäquat über die gesamte Hubstrecke der Sehne verfügbar sein. Dies bedingt ein annähernd normales Verhältnis von Hub / Gelenkausschlag / Sehnenlänge.

7.3.2. Intakte Antagonisten

Eventuelle Begleitverletzungen an ihnen müssen vor der Tendolyse behoben sein. Nur bei normaler Kraft und Beweglichkeit der Antagonisten kann die gelöste Sehne sinnvoll mobilisiert werden.

7.3.3. Gelenke

Die passive Mobilität der von der betroffenen Sehne bewegten Gelenke sollte normal oder zumindest fast normal sein, andernfalls ist der Lösungsversuch sinnlos.

7.4. Richtiger Zeitpunkt der Tendolyse

Dieses Problem ist von erheblicher Bedeutung und nicht einheitlich beantwortet. Die Wahl des Operationszeitpunktes wird meist in einem gewissen Dilemma getroffen.

So sprechen einerseits für einen frühen Zeitpunkt:

1. die Gefahr der Amyotrophie
2. die Gefahr von Gelenkversteifungen
3. die Gefahr der Gewohnheitsbildung beim Pat.
4. die belastende Arbeitsunfähigkeit des Pat.
5. das Bedürfnis, den mangelhaften Erfolg der vorhergehenden Operation zu verbessern

Andererseits beeinflussen die folgenden Gründe die Entscheidung eher zugunsten eines späteren Termins:

1. Abwarten bis zur Wiederherstellung guter trophischer Verhältnisse

2. Geringere Gefahr erneuter Verwachsungen
3. Evtl. günstigere Narbenkonsistenz

Grundsätzlich sollten jedoch vor der Tendolyse bestimmte vorbereitende Maßnahmen getroffen worden sein. Ferner muß die Wahl des Zeitpunktes den heutigen Kenntnissen über den Ablauf der Sehnenheilung Rechnung tragen.

7.4.1. Vorheriges Ausschöpfen sämtlicher Nachbehandlungsmöglichkeiten

7.4.1.1. Dies sollte schon aus prinzipiellen Überlegungen bezüglich des Operationsrisikos der Tendolyse geschehen. Denn selbst bei der Operation unter Beachtung sämtlicher Regeln und nach optimalen Vorbedingungen rezidivieren die Blockierungen manchmal und sind unter Umständen schwerwiegender als zuvor. Auch bei gewebsschonendster Operation bedeutet die Tendolyse immer noch eine erneute Traumatisierung des peritendinösen Gewebes und zieht somit Vernarbungsprozesse nach sich.

Für das Ausmaß dieser reaktiven Heilungsvorgänge spielt die individuelle Neigung des Patienten zur Narbenbildung eine entscheidende Rolle (cicatricial index nach BUNNEL), die nicht vernachlässigt werden sollte (GELDMACHER 14)).

Zum Nutzen der Krankengymnastik vor der Lösung der Sehne meint SCHARIZER: "Gelegentlich führen diese Übungen z.B. vor einer erwogenen Tendolyse zu so einer günstigen Besserung der Funktion, daß die geplante Operation überflüssig wird."

Erst wenn sich der Mißerfolg konservativer Mobilisierungsversuche klar abzeichnet, ist der Zeitpunkt für die Tendolyse gekommen.

7.4.1.2. Unabhängig vom Problem des Operationsrisikos ist die Krankengymnastik jedoch unerlässlich, wenn beim Patienten nach der wiederherstellenden Operation erhebliche Bewegungseinschränkungen infolge der langen postop. Immobilisationsphase bestehen.

SCHARIZER (46) gliedert die konservative Rehabilitation in diesem Sinne in allgemeine und spezielle funktionelle Wiederherstellungsmaßnahmen:

"Das Ziel allgemeiner Wiederherstellung muß sein, vor sekundären Eingriffen und nach ihnen durch selbsttätige Bewegung aller nicht verletzten Extremitätengelenke die Durchblutung der Hand und des Armes zu erhalten oder zu verbessern und der Versteifung nicht verletzter Gelenke vorzubeugen." "Das Ziel der speziellen funktionellen Wiederherstellung ist auf den verletzten Handabschnitt selbst gerichtet Durch passive Übungen müssen häufig erst die Voraussetzungen für eine operative Wiederherstellung der Sehnenfunktion in Bezug auf die Gelenke geschaffen werden."

7.4.2. Abhängigkeit des Zeitpunktes von der Ätiologie der Blockierung

Die zahlreichen Arbeiten über die Heilung von Sehnenverletzungen, insbesondere die Revaskularisation, lassen erkennen, daß es nicht gleichgültig sein kann, wann die Verwachsungen gelöst werden.

Entscheidend ist, in welchem Stadium der Revaskularisation der Eingriff vorgenommen wird.

Findet er zu einem Zeitpunkt statt, an dem sich die longitudinale (sehneigene) Gefäßversorgung noch nicht weitgehend regeneriert hat, also zu einem Zeitpunkt, an dem die genähte oder transplantierte Sehne noch auf die periphere Gefäßversorgung angewiesen ist, so wird durch die operative Zerstörung der gefäßtragenden Verwachsungen die Blutversorgung der Sehne unterbunden und es kommt zur erneuten Ischämie.

Die Tendolyse kann also erst erfolgreich sein, wenn die zu lösenden Verwachsungen überflüssig geworden sind, das heißt, wenn die longitudinale Revaskularisierung im Innern der Sehne weitgehend abgeschlossen ist. Haben die Adhärenzen jedoch noch eine Funktion (Trophik), so ist das Ergebnis häufig desolat (ISELIN (22)).

Nach diesen Erkenntnissen ist es daher wichtig, die Ätiologie der Verwachsungen bei der Wahl des Operationszeitpunktes mit in Betracht zu ziehen.

Blockierungen, die auftraten, ohne daß vorher die Sehnenkontinuität unterbrochen worden wäre (Quetschungen, Frakturen, Phlegmonen), sind anders zu bewerten als Verwachsungen, die auf einer Sehnenverletzung oder

-durchtrennung beruhen. Denn "die gequetschte Sehne behält eine zum Teil geschonte, longitudinale Vaskularisation, die weniger tiefreichenden ischäm. Bezirke beziehen weniger Blut aus der Peripherie, die Verwachsungen sind nicht so zahlreich und dicht, ihre Befreiung ist leichter. Die Ergebnisse dieser Eingriffe sind günstiger" (ISELIN (22)). Hingegen muß man bei der verletzten und genähten Sehne, ganz besonders jedoch beim Sehnentransplantat mit ausgedehnten Adhärenzen rechnen, da bei beiden die ischämischen Sehnenbezirke und somit die periphere Revaskularisation großen Raum einnehmen.

7.4.3. Angaben verschiedener Autoren zum Zeitpunkt

ISELIN (22):

"Im Falle der Blockierungen, die ohne Sehnendurchtrennungen eintreten, ist es angezeigt, die befreiende Operation so früh wie möglich stattfinden zu lassen und sei es nur, um Amyotrophie und Narbenkontrakturen zu vermeiden."

"Für Blockierungen, die nach der Wiederherstellung von durchtrennten Sehnen auftreten, ergibt sich aus Überlegungen, die auf der Pathophysiologie der operierten Sehne beruhen, daß diese Operation nicht zu früh durchgeführt werden darf."

"Wir neigen zu der Ansicht, daß die Tendolyse etwa 3 Monate nach der Sehnenwiederherstellung durchgeführt werden muß. Zu diesem Zeitpunkt ist die reparierte Sehne fest, Muskeln und Haut in bestmöglichem Zustand."

VERDAN (59):

3 Monate Wartezeit nach Sehnennaht;
mindestens 6 Monate nach Transplantation.

FETROW (10):

Nach freier Beugesehnenplastik nicht vor Ablauf von 6 Monaten, um sicherzustellen, daß die Spontanheilung abgeschlossen ist und das Risiko der Ruptur des Transplantates zu vermeiden.

Nach primärer Naht im proximalen Bereich der Hohlhand und in Höhe des Handgelenkes nicht vor 3 Monaten.

JAMES (24):

Nicht vor Ablauf von 6 Monaten nach der eigentlichen Operation, um der konservativen Behandlung genügend zeitlichen Spielraum zu geben.

Kurzes Fazit: Für Nähte mindestens 3 Monate,
für Transplantate mindestens 6 Monate.

7.5. Möglichkeit der optimalen Nachbehandlung

7.5.1. Von seiten des Patienten:

Die Notwendigkeit aktiver Mitarbeit des Patienten bei der Rehabilitation nach der Tendolyse setzt bei diesem

1. Gesundheitswillen
2. Kooperationsbereitschaft
3. Ausdauer
4. Eigeninitiative und
5. Verständnis

voraus. Letzteres vor allem auch deshalb, weil es wichtig ist, die Krankengymnastik nicht zu übersteigern in dem Glauben, dadurch die Behandlungszeit abkürzen zu können. Häufig tritt dabei das Gegenteil ein, denn "meist wird in diesem Fall durch Reizerscheinungen, ödematöse Schwellungen und Schmerzen der Verlauf verzögert." (SCHARIZER (46))

In manchen Fällen scheitert die Rehabilitation jedoch an der mangelnden Motivation des Patienten für die Übungsbehandlung. Einige der häufigsten Gründe dafür seien genannt:

1. Rentenhoffnung
2. Schmerzen
3. Sprachschwierigkeiten (Gastarbeiter)
4. Indolenz
5. geringe Intelligenz

7.5.2. Von seiten der Klinik:

Die konsequente und genügend lange Durchführung der Krankengymnastik zunächst stationär, später evtl. ambulant (Wohnort des Patienten in der Nähe der Klinik) muß gewährleistet sein. SCHARIZER empfiehlt außerdem eine genaue schriftliche Verlaufskontrolle durch die Dokumentation der gemessenen Funktionswerte, um den Fortschritt oder Stillstand der Behandlung zu erfassen.

8. INDIKATIONEN DER TENDOLYSE UND IHRE EINSCHRÄNKUNGEN

8.1. Indikationen

Alle Fälle unzureichenden Sehnengleitens, die auch nach genügend langen konservativen Rehabilitationsversuchen nicht zu bessern waren, bilden die formale Indikation der Tendolyse.

Im Einzelfall wird man jedoch folgende Überlegungen anstellen müssen:

- 1) Wie groß ist bei der vorhandenen Bewegungseinschränkung die Behinderung für den Patienten (sowohl im beruflichen, wie im privaten Alltag)?
- 2) Wie groß ist das Operationsrisiko?
- 3) Wie ist die Prognose?
- 4) Inwieweit sind Operationsrisiko und Aufwand der Rehabilitation durch die eventuell zu erzielende Besserung gerechtfertigt?

FETROW (10) erweitert den Katalog der Indikationen noch dergestalt, daß er auch Tendolysen an Händen in extrem schlechtem Zustand durchführt, die nicht die oben geforderten Voraussetzungen erfüllen, wenn ersichtlich ist, daß eine minimale Funktionsverbesserung der Gesamtfunktion der Hand zugute kommt.

Allerdings ändert sich hierbei mit dem Kollektiv der in Frage kommenden Patienten auch die Zielvorstellung des Operateurs: Während üblicherweise die Zielvorstellung die Wiederherstellung der Hand ist, kann man hier nur noch von der Schaffung eines Ersatzorgans der Hand als Ziel sprechen.

Es können sowohl Flexoren als auch Extensoren in allen topographischen Zonen gelöst werden (VERDAN (57)).

Die pathologisch-anatomischen Ursachen des mangelhaften Sehnengleitens stellen sich in Form folgender intraoperativer Befunde dar:

8.1.1. Verwachsungen im Nahtbereich:

Häufig nach primären oder sekundären Sehnennähten.

- 8.1.2. Verwachsungen über den gesamten Fingerkanal oder sogar über die Gesamtlänge der Sehne:

Überwiegend nach Transplantationen, können jedoch auch nach einfachen Nähten manchmal so ausgedehnt sein.

- 8.1.3. Verwachsungen en bloc im Nahtbereich.

- 8.1.4. Sekundäre, nach anderen, nicht die Sehne betreffenden Operationen entstandene Verwachsungen (z.B. nach A.O.-versorgten Frakturen)

- 8.1.5. Verwachsungen unterschiedlicher Lokalisation nach entzündlichen Sehnenerkrankungen (z.B. Phlegmonen, Pcp, Panaritium)

8.2. Indikationseinschränkungen und Kontraindikationen

8.2.1. Indikationseinschränkungen

- 8.2.1.1. Ungenügende Motivation des Patienten für Operation und Nachbehandlung.

Sie offenbart sich manchmal schon während der Nb-Periode nach der wiederherstellenden Operation in Form mangelnder Kooperationsbereitschaft und Ausdauer. Indolente Patienten dieser Art werden durch den erneuten Eingriff und die oft langwierigen Rehabilitationsbemühungen überfordert. Der Erfolg der Tendolyse ist unter diesen Umständen sehr ungewiß.

8.2.1.2. Zu geringes Alter des Patienten

Dies bezieht sich ebenfalls auf die Nachbehandlung. Die Meinung der Autoren zu diesem Problem ist unterschiedlich. VERDAN (59) führt an Kindern unter 4 Jahren keine Tendolyse durch, da ihnen in diesem Alter das Verständnis für die nötigen Maßnahmen fehle.

8.2.2. Kontraindikationen

- 8.2.2.1. Zusätzliche Eingriffe, die eine längere postoperative Immobilisationszeit nötig machen.

Der Erfolg der Tendolyse hängt entscheidend davon ab, ob postoperativ die frühzeitige aktive Mobilisierung durchgeführt werden kann. Aus diesem

Grund sind begleitende Eingriffe, die die Frühmobilisation verbieten, kontraindiziert. So sollten zum Beispiel

- Hauttransplantationen
- Osteotomien
- Nerventransplantate oder -nähte
- Sehnenraffung oder -verlängerung
- Rekonstruktionen der Ringbänder

nicht gleichzeitig mit der Lösung der Sehne vorgenommen werden, da durch die nötige Immobilisationsphase nach diesen Eingriffen die Gefahr erneuter Verwachsungen erhöht wird.

8.2.2.2. Trophische Störungen (Atrophie, Sudecksche Dystrophie)

8.2.2.3. Gelenkversteifungen

Irreparable Gelenkdefekte, Ankylosen, arthrotische Gelenke etc. stellen den Erfolg der Tendolyse von vornherein in Frage.

9. OP-TECHNIK DER TENDOLYSE

Wenn auch die Tendolyse in ihrer therapeutischen Bedeutung von den einzelnen Autoren unterschiedlich bewertet wird, so bestehen doch hinsichtlich ihrer technischen Schwierigkeiten kaum Meinungsverschiedenheiten. Je nach Ausdehnung der Verwachsungen kann sie unter Umständen größeres Geschick und mehr Zeitaufwand verlangen, als beispielsweise eine Sehnen-transplantation (VERDAN (57), JAMES (24), ISELIN (22)).

9.1. Hautschnittführung

Grundsätzlich sollte der Hautschnitt immer so geplant werden, daß er ohne Schwierigkeiten verlängert werden kann, falls sich dies als nötig erweisen sollte. Das ist oft der Fall, da die Verwachsungen häufig ausgedehnter sind, als ursprünglich angenommen wurde.

Weiterhin sollte nach VERDAN (57) die Unfallnarbe nicht berührt werden, sie ist gegebenenfalls bei der Schnittführung zu umgehen - so gehört sie zum abpräparierten Hautlappen und kann weder Frühmobilisation noch Nachbehandlung stören. Wir weichen allerdings von dieser Handhabung ab.

Im einzelnen werden folgende Schnittführungen angegeben (VERDAN (57), FETROW (10), ISELIN (22), BRUNER (5)):

9.1.1. Am Langfinger

Hier existieren 2 Möglichkeiten:

1. Mediolaterale Incision (VERDAN, FETROW, ISELIN) zur Exposition der Sehnenscheide.

Der Schnitt kann volar oder dorsal des Gefäß-Nervenbündels durchgeführt werden. VERDAN empfiehlt jedoch eher eine etwas mehr dorsale Schnittführung, um mit Sicherheit die Beugefalten und das volare Gefäß-Nervenbündel zu schonen.

Die Wahl der Fingerseite, an der eingegangen wird, richtet sich nach der Funktionsfähigkeit der Sensibilität des betroffenen Fingers. Sind bereits von früher her Sensibilitätsstörungen manifest, so wird man auf deren Seite eingehen.

Bei erhaltener Sensibilität wählt man die Seite, die für das Tast-

empfinden weniger wichtig ist, das heißt Ulnarseite von D₂, D₃, D₄ und Radialseite von D₁ und D₅ (VERDAN (57)).

2. Volarer Zick-Zackschnitt nach BRUNER, wobei in der alten Op-Narbe eingegangen wird.

VERDAN (57) bezeichnet diese Methode bei der Tendolyse als kontraindiziert, da die volare Wunde angeblich die Frühmobilisation störe.

Die BRUNER-Incision wird jedoch in der hiesigen handchirurgischen Abteilung mit Erfolg auch bei Tendolysen durchgeführt, das von VERDAN angesprochene Problem trat nicht auf.

Der volare Zick-Zackschnitt bietet einige Vorteile:

- Direkte Exposition der Sehne und Sehnenscheide
- Keine zusätzliche Narbe
- Sicherer Schutz des Gefäß-Nervenbündels
- Ermöglicht kontinuierliche digito-palmare Incisionen

9.1.2. In der Hohlhand

Bei Verlängerung des Schnittes in die Hohlhand, insbesondere zur Freilegung der Sehnen(-scheide) von Zeige- und Kleinfinger, folgt die Schnittführung der Thenarfalte bzw. den proximalen Hohlhandfalten.

Bei der Tendolyse des Mittel- und Ringfingers erfolgt die Schnittverlängerung transversal in den Hohlhandbeugefalten (FETROW (10)).

9.1.3. Am Daumen

Die Freilegung der Flexor pollicis longus-Sehne erfolgt durch eine medio-laterale Incision am Daumen sowie Incisionen in der Thenarfalte und am Handgelenk (L-förmig).

9.1.4. Am Handgelenk

Standardeinschnitt bis in die Hand und eventuell bis zur Fingergrundphalanx (ISELIN (22)).

9.1.5. Am Handrücken

Lineare, transversale oder bogenförmige Schnittführung. Bei Exposition einer Gelenkregion immer ein bogenförmiger Schnitt (FETROW (10)).

9.2. Lösung der Verwachsungen

Das operative Vorgehen hierbei kann keinem festen Schema folgen. Je nach Ausdehnung, Lokalisation und Schwere der Verwachsungen und dem Zustand der Sehne wird man die Wahl der Instrumente und der chirurgischen Maßnahmen treffen. Es lassen sich jedoch einige wichtige Regeln angeben:

9.2.1. Feinlich atraumatische Präparation

Die Oberfläche der Sehne sollte, wenn irgend möglich, nicht verletzt werden - Gefahr der erneuten Verwachsung.

9.2.2. Weite Resektion der Sehnenscheide bei Verwachsungen in ihrem Bereich unter größtmöglicher Schonung der Ringbänder (Gefahr des "Bowstringing").

Oft ist es schwierig, einen Kompromiß zu finden, zwischen der Resektion und der Erhaltung der Ringbänder.

9.2.3. Resektion der oberflächlichen Beugesehne, wenn zwischen dieser und der tiefen Beugesehne Verwachsungen bestehen. Damit werden neue Verwachsungen zwischen beiden Beugesehnen verhindert und die tiefe Beugesehne erhält mehr Raum in ihrem osteofibrösen Kanal.

VERDAN (59) berichtet in diesem Zusammenhang - allerdings ohne Angabe von Ergebnissen - über Versuche, beide Sehnen zu lösen.

9.2.4. Weitgehende Schonung der Vincula - sofern diese noch vorhanden sind - wegen ihrer wichtigen Funktion bei der Vaskularisierung der Sehne. (POTENZA (41))

9.2.5. Interposition von Fascie, Paratenon oder Polyäthylen

Die enge Nachbarschaft von Sehne und (evtl. bloßgelegter) Knochenoberfläche wird in der Regel als schädlich angesehen. FETROW (10) und ISELIN (22) empfehlen daher die Interposition einer Schicht eines der obigen Materialien zwischen Knochen und Sehne, um das Risiko der Verwachsung zu verringern.

9.2.6. Entfernung jeglichen Nahtmaterials von früheren Operationen

9.3. Kontrolle der Beweglichkeit der Sehne

Vor allem nach der Excision der Sehnenscheide an Flexoren ist es nötig, das Gleitvermögen der Sehne unter den belassenen Ringbändern zu überprüfen. Dies geschieht, indem man mittels eines kleinen Querschnittes in der Hohlhand oder höher am Handgelenk bzw. Unterarm die entsprechende Sehne aufsucht und mit der Hand daran zieht. Dabei sollte die Sehne mit einer kleinen feuchten Kompresse umwickelt werden. Bei dem ausgeübten Zug sollte die Fingerkuppe die distale Hohlhandfalte berühren können (VERDAN (59)).

10. METHODIK DER NACHUNTERSUCHUNG

10.1. Auswertung der Krankengeschichten

Vor der eingehenden Untersuchung jedes Patienten war es nötig, seine Krankengeschichte nach bestimmten Gesichtspunkten auszuwerten.

Die Auswertung sollte zur Klärung folgender Fragenbereiche beitragen:

- 10.1.1. Unfallhergang
- 10.1.2. Zeitpunkt und Ort der Erstversorgung nach dem Unfall
- 10.1.3. Befund vor der Erstversorgung, insbesondere Art und Ausmaß der Verletzung und Begleitverletzungen
- 10.1.4. Ursache der Verwachsungen bei nichttraumatischer Genese
- 10.1.5. Zeitpunkt, Ort und Art der Eingriffe vor der Tendolyse
- 10.1.6. Verlauf zwischen vorhergegangenen Eingriffen und Tendolyse
- 10.1.7. Befund vor der Tendolyse, insbesondere Art und Schwere der Funktionseinschränkungen der betroffenen Hand.
Hier galt es, möglichst exakte, d.h. zahlenmäßige Werte zu erhalten, um einen späteren Vergleich mit den postoperativen Ergebnissen der Tendolyse zu ermöglichen.
- 10.1.8. Op-Bericht der Tendolyse
Hier richtete sich das Augenmerk besonders auf Angaben über den Lokalbefund, das heißt Ausdehnung und Schwere der Sehnenadhärenzen.
- 10.1.9. Eingriffe neben der Tendolyse
- 10.1.10. Verlauf nach der Tendolyse
- 10.1.11. Beginn, Dauer, Fortschritte der Nachbehandlung
- 10.1.12. Vorläufiges Ergebnis der Operation, soweit in der Krankengeschichte niedergelegt
- 10.1.13. Berufliche Auswirkungen des Unfalles, Umschulungen, Wiederaufnahme der Arbeit, MdE
- 10.1.14. Dokumentation des ausgewerteten Materials

Die erhaltenen Daten wurden in vorgedruckte Bögen eingetragen.

10.2. Einbestellung der Patienten

Die schriftliche Einbestellung der Patienten wurde so gehandhabt, daß jeweils ein Kollektiv von etwa 30 - 40 Patienten innerhalb einer Woche vorge-laden wurde.

In der angegebenen Woche konnte jeder Patient zu der ihm günstigsten Zeit erscheinen.

Nicht erschienene Patienten erhielten einen Fragebogen zugesandt (siehe unten), der ausgefüllt zurückgeschickt werden sollte.

10.3. Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchung folgte einem festen Schema, das durch einen vorge-druckten Untersuchungsbogen vorgegeben war. Sie begann mit einer äußer-lichen Inspektion der Hände, dieser schlossen sich Funktionsprüfungen an. Abschließend wurde der Patient zur Nachbehandlung befragt, sowie offene Fragen der Krankengeschichte geklärt.

10.3.1. Äußerliche Inspektion

10.3.1.1. Oberflächenbeschaffenheit und Trophik

Hauttemperatur, Hautfarbe, Hautfältelung, Papillarlinien, Behaarung, Schweißsekretion und Nagelwachstum wurden mit der gesunden Hand ver-glichen, eventuelle Schwellungen oder trophische Störungen registriert.

10.3.1.2. Narbenverlauf

Es folgte die Einzeichnung des Narbenverlaufes in ein vorgezeichnetes Handschema. Dabei wurde, soweit möglich, zwischen Unfallnarbe, Narben der Eingriffe vor der Tendolyse und Narben der Tendolyse getrennt.

Außerdem wurden Konsistenz, Farbe, Höhe, Breite, sowie die Verschieb-lichkeit der Narben vermerkt.

10.3.2. Abschließende Fragen zur Äußerer Inspektion

Fragen nach Schmerzhaftigkeit, Kälteempfindlichkeit oder sonstigen Miß-

empfindungen in der betroffenen Hand rundeten das Bild aus der äußerlichen Beurteilung ab.

10.3.3. Funktionsprüfungen

Diese beruhten im Wesentlichen auf der Winkelmessung der Gelenkexkursionen, Bestimmung des Fingerkuppen-Hohlhandabstandes, Kraftmessungen bei verschiedenen Greif- und Bewegungsformen, sowie Überprüfung der Sensibilität.

10.3.3.1. Winkelmessungen

Gemessen wurde jedes Gelenk der betroffenen Finger in maximaler Beugung und Streckung, sowohl aktiv als auch passiv.

10.3.3.2. Fingerkuppen-Hohlhandabstand (FKHA)

Als FKHA wurde definiert:

Abstand zwischen Fingerkuppe und distaler Hohlhandfalte bei maximaler Beugung sämtlicher Gelenke des Fingers. Der Abstand wurde mit einem Lineal gemessen.

Daumen:

Beim Daumen mußte auf Grund seiner komplexen Bewegungsmöglichkeiten gesondert verfahren werden.

Die Grundbewegungsmuster des Daumens sind:

- Beugung, Streckung
- Abduktion, Adduktion
- Opposition
- Retropulsion

Beugung und Streckung lassen sich durch Winkelmessung an Grund- und Endgelenk beurteilen.

Als Maß für die Abduktion wurde der Winkel zwischen der Längsachse des maximal abduzierten Daumens und der Längsachse des gestreckten, an den Mittelfinger adduzierten Zeigefingers gewählt.

Zur Beurteilung der Opposition eignete sich der Abstand zwischen der Kuppe des opponierten Daumens und der Grundgelenksbeugefalte des Kleinfingers.

Die Retropulsion wurde bestimmt, indem der Patient Handfläche und Thenar flach auf den Tisch preßte, bei maximal retroponiertem Daumen. Dann wurde der Abstand zwischen der Mitte des Daumennagels und der Tischfläche gemessen.

Sämtliche Werte mußten an beiden Händen gemessen und vergleichend beurteilt werden, da auch das normale Bewegungsausmaß des gesunden Daumens zwischen den einzelnen Patienten erheblich schwankte. Dies beruht auf der großen physiologischen Variabilität der Endgelenksbeweglichkeit und der unterschiedlichen Fähigkeit zur Hyperextension im Grundgelenk.

10.3.3.3. Kraftmessungen

Die Kraftmessung erfolgte indirekt über die Messung von Drucken (kp/cm^2) mit Hilfe von flüssigkeitsgefüllten Gummiballons, an die ein Manometer angeschlossen war (Dynamometer).

10.3.3.3.1. Kraft des Spitzgriffes

Ein kleines Dynamometer (Vol. ca. 10 ccm) diente zur Prüfung von Spitz- und Klemmgriff.

Der Patient nahm es hierzu zwischen Daumenkuppe und Kuppe des zu untersuchenden Fingers und übte maximalen Druck auf den Ballon aus. Der Druck wurde am Manometer abgelesen und registriert.

10.3.3.3.2. Kraft des Grobgriffes

Diese wurde mit einem größeren Dynamometer gemessen, dessen Ballon (Vol. ca. 150 ml) von der normal großen Hand eben noch zu umschließen war.

Die Drucke wurden ebenfalls vergleichend an beiden Händen gemessen.

10.3.3.3.3. Funktion der Mm. interossei

Zu ihrer Beurteilung, insbesondere nach Läsionen des N. Ulnaris, mußte der Patient seine Finger maximal spreizen und die Hand auf ein Blatt Papier legen. Anschließend wurde die Stellung jedes einzelnen Fingers bei jeweils maximaler Ab- und Adduktion auf dem Papier markiert und der Winkel zwischen beiden Markierungen gemessen. Im Vergleich mit der gesunden Hand

zeigten sich dann eventuelle Bewegungseinschränkungen.

10.3.3.3.4. Kraft der Opposition

Die Funktion des M. opponens, genauer des motorischen Thenarastes des N. medianus wurde beurteilt, indem der Patient den Handrücken flach auf den Tisch legte und den gestreckten Daumen in palmare Abduktion brachte.

Der Untersucher versuchte, den Daumen gegen den Widerstand des Patienten zur Handfläche niederzudrücken. Die Kraft des Widerstandes gilt als Maß für die Funktion des motorischen Nervenastes.

Auch hier mußte vergleichend gemessen werden.

10.3.3.4. Prüfung der Sensibilität

Da bei einem erheblichen Prozentsatz der Patienten neben den Sehnen- auch Nervenverletzungen aufgetreten waren, mußte zur Beurteilung der Gesamtfunktion der betroffenen Hand auch die Sensibilität herangezogen werden.

Dabei wurden die hyp- bzw. anästhetischen (evtl. auch hyperästhetischen) Hautareale abgegrenzt und in ein vorgedrucktes Schema eingezeichnet.

Die Prüfung auf das Tinel-Hofmannsche Zeichen sollte einen Eindruck über den Fortschritt der Reinnervierung vermitteln. Außerdem wurde nach Neuromen gesucht.

Die feine Sensibilität wurde, soweit noch vorhanden, mit Hilfe der Zweipunktediskriminierung beurteilt.

10.3.4. Fragen an den Patienten

Diese waren nötig, da bei der Auswertung der Krankengeschichte in der Regel wichtige Fragenbereiche unbeantwortet blieben. Hauptsächlich handelt es sich dabei um Fragen zur Nachbehandlung, denn deren Verlauf wurde nur sehr selten in der Krankengeschichte dokumentiert.

Mit der Frage nach der Dauer und Häufigkeit der Krankengymnastik sowie nach dem Ausmaß der Eigeninitiative des Patienten (häusliches Üben ohne Anleitung) konnten Rückschlüsse auf die "Qualität" der KG gezogen werden.

Die Frage nach dem Zeitpunkt des Beginns der Nachbehandlung diene zur Ermittlung der Immobilisationsdauer nach den jeweiligen Operationen.

10.4. Versendung und Verteilung von Fragebögen

10.4.1. Zur grundsätzlichen Erprobung dieser Methode der Datenerfassung.

Mit Hilfe dieser Methode sollten zunächst einmal Erfahrungen gesammelt werden, inwieweit es überhaupt möglich ist, auf schriftlichem Wege spezielle handchirurgische Angaben und Funktionswerte der betroffenen Hand zu erhalten.

10.4.2. Zur Erfassung von Daten nicht erschienener Patienten.

In zweiter Linie stellte die Versendung der Bögen den Versuch dar, wenigstens auf diesem Wege noch einige Angaben sowohl über den Verlauf der einzelnen Nachbehandlungsperioden, als auch über die Gebrauchsfähigkeit der operierten Hand zu erhalten.

Der hierfür entworfene Fragebogen beruhte im Wesentlichen auf dem Antwortwahlprinzip. Das heißt, der Patient mußte nach jeder Frage aus einer Anzahl vorformulierter Antworten die für ihn zutreffende ankreuzen.

Nach einer Reihe allgemeiner Fragen zu Unfallhergang, Ort und Zeit der Erstversorgung und sonstigen vorangegangenen Handoperationen, folgten detaillierte Fragen zur krankengymnastischen Nachbehandlung nach jeder Operation.

Daran schlossen sich die Beschreibungen einfacher Tests und Messungen (FKHA) an, die der Patient selbst durchführen konnte und die über das Bewegungsausmaß der Finger Aufschluß geben sollten.

Zur Beurteilung der Greifformen wurden dem Patienten bestimmte, häufig wiederkehrende Tätigkeiten des täglichen Lebens genannt, die ganz spezifische Greifformen verlangten. Der Patient mußte die Tätigkeiten ankreuzen, die ihm mit der betroffenen Hand Schwierigkeiten bereiteten. Aus den Angaben sollten Rückschlüsse über den Ausfall bestimmter Greifformen gezogen werden.

10.4.3. Zum Vergleich von subjektiven Angaben der Patienten mit objektiven Meßergebnissen.

Die subjektiven Aussagen der Patienten in den Fragebögen hatten, für sich betrachtet, wenig Aussagekraft. Aus diesem Grund bekamen auch die zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten den Fragebogen entweder nachträglich zugesandt, oder vor der Nachuntersuchung ausgehändigt.

Der Vergleich zwischen Nachuntersuchungsbefunden und Fragebogenangaben sollte einen Eindruck vermitteln, inwieweit die subjektiven Aussagen von Patienten mit ihren objektiven Meßdaten übereinstimmen.

10.4.4. Zur Überbrückung der Wartezeit des Patienten.

Letzten Endes sollte mit dem Ausfüllen des Fragebogens die Wartezeit vor der Nachuntersuchung überbrückt werden.

11. KLINIK DER SEHNENVERWACHSUNGEN

11.1. Symptomatik

Die sichere Diagnose einer Gleitbehinderung durch Sehnenverwachsungen bei erhaltener oder wiederhergestellter Kontinuität der Sehne ist manchmal nicht einfach. Insbesondere dann nicht, wenn andere funktionelle Ausfallserscheinungen infolge multipler Handverletzungen (Nerven, Gelenke, Haut, Muskeln) die Symptome der Sehnenverwachsung überlagern.

So muß also beim Vorliegen einer Bewegungseinschränkung untersucht werden, inwieweit diese auf neurogene, arthrogene, dermatogene oder myogene Einflüsse zurückgeführt werden kann, bevor die Diagnose der verwachsungsbedingten Gleitbehinderung gestellt wird.

Die Symptomatik der Sehnenverwachsungen stellt sich folgendermaßen dar:

11.1.1. Aktive Beugehemmung des Fingers:

Vor allem im PIP-Gelenk und DIP-Gelenk (die Beugung im MP-Gelenk kann noch von den Mm. lumbricales und interossei ausgeführt werden). Die passive Beugung des Fingers ist dabei meist frei.

Die Beugehemmung kann auch durch Verwachsungen der Strecksehne in Extension hervorgerufen werden. Dann ist allerdings auch die passive Beugung eingeschränkt. Aktive und passive Beugung werden in diesem Fall jedoch bei Dorsalflexion des Handgelenkes verbessert.

11.1.2. Beugekontraktur, abhängige Beugehemmung:

Das Ausmaß der Verwachsungen und der daraus resultierenden Beugehemmung kann sehr unterschiedlich sein.

So spricht eine Beugekontraktur, d.h. die nahezu völlige Aufhebung der Fingerbeweglichkeit mehr für das Vorhandensein von generalisierten, über einen weiten Bereich des Sehnenverlaufes sich erstreckenden Verwachsungen.

Im Gegensatz dazu rufen die eng begrenzten, lokalisierten Verwachsungen einer Fingerbeugesehne z.B. in der Hohlhand meist das Bild der abhängigen Beugehemmung hervor:

Durch die Verwachsung wird das distal der Verwachsung liegende Sehnen-segment in seiner Länge fixiert. Die unveränderliche Sehnenlänge im Fingerbereich bedingt nun, daß bei passiver Beugung oder Streckung eines (oder mehrerer) Fingergelenke für die restlichen Gelenke nur noch ein begrenzter Bewegungsspielraum übrigbleibt, soweit ihn eben die feste Sehnenlänge zuläßt. Die Beugehemmung eines Gelenkes ist also abhängig von der Stellung der benachbarten, von derselben Sehne überspannten Gelenke.

11.1.3. Behinderung der benachbarten Finger:

Die Gleitbehinderung an einer Sehne kann sich auf die Funktion der benachbarten oder aller Finger auswirken.

Ist beispielsweise ein tiefer Beuger in seinem Digitalkanal oder weiter proximal blockiert, so werden dadurch die übrigen tiefen Flexoren auf Grund ihres gemeinsamen Muskelbauches und ihrer zahlreichen intertendinösen Verbindungen ebenfalls gehemmt und in ihrer Gleitamplitude eingeschränkt (Quadriga-Syndrom, VERDAN (57)).

11.1.4. Aktive Streckhemmung:

Eine Verwachsung der Strecksehnen wirkt sich vor allem auf das MP-Gelenk aus (Streckung im PIP-Gelenk und DIP-Gelenk noch durch Mm. lumbricales und interossei möglich).

Die Blockierung der Flexoren hingegen führt in der Regel zu Extensionsdefiziten im PIP- und DIP-Gelenk. Der Extremfall ist dabei die oben zitierte Beugekontraktur.

Auch bei den Extensoren gibt es ein (umgekehrtes) Quadriga-Syndrom, das jedoch meistens durch die Existenz eines eigenen Streckers an Zeige- und Kleinfinger ausgeglichen wird (VERDAN (57)).

11.1.5. Einziehung der Haut:

Bei Sehnenverwachsungen mit der Subcutis kann die Haut bei Bewegungen

eingezogen und mitbewegt werden.

11.1.6. Verlangsamung der Bewegung

11.1.7. Kraftminderung:

Die verwachsene Sehne vermag die Muskelkraft nicht mehr innerhalb ihrer gesamten Hubstrecke zu übertragen.

11.1.8. Schmerzen:

Verwachsungen zwischen Nerv und Sehne können durch Zug oder Kompression des Nerven bei Bewegungen Schmerzen auslösen - besonders bei der Existenz von Neuomen im Verwachsungsbereich.

11.2. Funktionelle Auswirkungen

Bewegungseinschränkungen und Kraftminderung führen zu einer Reihe von Ausfallerscheinungen unter den verschiedenen Greifformen der Hand. Die Funktionseinbußen sind unterschiedlich je nach Art der Bewegungseinschränkung.

So bleiben einerseits die feinen Greifformen (Spitzgriff, Schlüsselgriff) selbst bei großen Beugedefiziten noch weitgehend erhalten, während andererseits die Grobgriffformen (Faustschluß, Schraubenziehergriff) schon lange nicht mehr möglich sind.

Umgekehrt bleiben bei größeren Streckdefiziten oft noch die Grobgriffe erhalten und die feinen Greifformen fallen aus.

12. BEURTEILUNGSKRITERIEN DER ERGEBNISSE

BOYES (3) (und auch andere Autoren) betont an mehreren Stellen die Notwendigkeit exakter - das heißt zahlenmäßiger - und möglichst einheitlicher Messungen der postoperativen Handfunktion. Nur so ließen sich die Ergebnisse der verschiedenen handchirurgischen Zentren vergleichen und beurteilen.

BOYES selbst schlug dazu die Messung des Abstandes zwischen der Fingerkuppe und der distalen Hohlhandfalte bei maximaler Beugung vor. Dabei sollte als Grenze für die gute bis ausreichende Funktion des Fingers ein Abstand von 1 inch (=2,5 cm) gelten.

Dieses System ist zwar einfach anwendbar, allein verwendet berücksichtigt es jedoch noch nicht das oft vorhandene Streckdefizit des Fingers. Fälle mit starken Beugekontrakturen würden so zu den guten Ergebnissen gerechnet, da sie die Hohlhand häufig berühren, in Wirklichkeit ist jedoch die Funktion des Fingers schlecht.

Im übrigen sagt der einfache zahlenmäßige Abstand der Fingerkuppe von der distalen HH-falte noch nichts darüber aus, ob der Finger die Hohlhand berührt, was zweifellos ein besseres funktionelles Ergebnis wäre, oder ob die Fingerkuppe bei max. Beugung einige Zentimeter über der Hohlhandfläche verharret, was die Greiffunktion erheblich beeinträchtigen würde.

Aus diesen Gründen wird das Boyes'sche Schema heute von der Mehrheit der Autoren in modifizierter und/oder erweiterter Form angewandt.

12.1. Überblick über die Bewertungsschemata verschiedener Autoren

12.1.1. MICHON (56):

Für D ₂ bis D ₄	sehr gut:	Hohlhandberührung Fkha < 2,5 cm von der dist.HH-falte
	gut:	Hohlhandberührung Fkha > 2,5 cm v.d. dist. HH-falte

ausreichend:	Keine HH-berührung Fkha $< 2,5$ cm v.d. HH- <u>fläche</u>
schlecht:	Keine HH-berührung Fkha $> 2,5$ cm v.d. HH-fläche
Mißerfolg:	Blockierung, Ruptur, Amputation

Pro 45° Extensionsdefizit (MP + PIP + DIP) wird eine Stufe zurückgestuft.

Für D₁

Der Ausschlag des IP-Gelenkes bei maximaler Beugung wird mit dem der Gegenseite (= 100 %) verglichen. Angaben in % vom Ausschlag der gesunden Seite.

gut bis mäßig:	Ausschlag > 50 %
schlecht:	Ausschlag < 50 %
Mißerfolg:	Ruptur etc.

12.1.2. VERDAN (59):

sehr gut:	Normale Beugung und Streckung Fkha = 0
gut:	Mäßige bis deutliche Einschränkung der Beuge- und/oder Streckfunktion Fkha $< 2,5$ cm
ausreichend:	Mäßige Besserung, jedoch persistierendes Beuge- und Streckdefizit. Fkha 2,5 - 5 cm
schlecht:	Keine Besserung
Mißerfolg:	Amputationen

12.1.3. ISELIN (22):

gut:	Öffnen und fast vollständiges Schließen der Hand, Faustschluß und kraftvoller Spitzgriff möglich.
mittel:	Zwar nur unvollständiges Öffnen und Schließen der Hand, jedoch guter Klammergriff und Umfassen von umfangreichen Gegenständen möglich.
Mißerfolg:	Kleine Beuge- oder Streckbewegungen möglich, jedoch ohne praktische Bedeutung. Fälle mit unbrauchbaren Fingern.

12.1.4. FETROW (10):

Keine Einteilung in "sehr gut, gut, ausreichend" o.ä.

Zur Beurteilung Fkha und Extensionsdefizit.

12.1.5. TITZE (54):

sehr gut:	Alle Fälle mit Wiederherstellung ad integrum und alle jene, die vollen, kräftigen Faustschluß aufweisen, wobei höchstens die Streckung des operierten Fingers endgradig behindert ist.
gut:	Kräftige Beugung bis zu einer Hohlhandannäherung von mindestens 1 cm. Streckung darf nicht mehr als 2-3 cm behindert und Spitzgriff mit dem Daumen muß ebenfalls möglich sein.
ausreichend:	Beugung und Streckung jeweils höchstens 4 cm behindert. Spitzgriff mit Daumen noch möglich und gut verwertbar.
schlecht:	Alle übrigen Fälle, wobei der Spitzgriff mit dem Daumen nicht mehr möglich ist.

12.1.6. WHITE (60):

sehr gut:	Fkha ≤ 1 cm Summe der Beugewinkel sämtlicher Gelenke $\geq 200^\circ$ Extensionsdefizit (Summe) 0°
gut:	Fkha 1 - 2 cm Beugewinkel ≥ 180 Extensionsdefizit bis 30°
ausreichend:	Fkha - 4 cm Beugewinkel ≥ 150 Extensionsdefizit bis 40°
schlecht:	Größeres Beugedefizit, größeres Streckdefizit.

12.1.7. SEIFFERT/SCHMIT (48):

FLEXOREN

sehr gut:	Hohlhandberührung Fkha = 0 Kein wesentliches Streckdefizit D ₁ > 70 % des aktiven Bewegungsaus- maßes der gesunden Seite.
gut:	Hohlhandberührung Fkha $\leq$ 2,5 cm Mäßiges Streckdefizit D ₁ 60-70 % der gesunden Seite
ausreichend:	Gute Beugefähigkeit im PIP-Gelenk Versteifung im DIP-G. Fkha $\leq$ 2,5 cm (keine Hohlhandber.) D ₁ 40 % der gesunden Seite
Mißerfolg:	Keine Beugefunktion des PIP-Gelenks

EXTENSOREN

sehr gut:	Volle Wiederherstellung der Funktion
gut:	Streckbehinderung $\leq$ 10° Beugedefizit bis Fkha 1,0 cm
ausreichend:	Streckdefizit 10°-20° Beugedefizit bis Fkha 2,0 cm
Mißerfolg:	-----

12.1.8. WINSTON (61):

sehr gut:	Fkha < 1,25 cm (= 0,5 inch)
gut:	Fkha 1,25 - 2,5 cm (= 0,5 - 1 inch)
ausreichend:	Fkha 2,5 - 3,75 cm (= 1 - 1,5 inch)
schlecht:	Fkha > 3,75 cm (= 1,5 inch)

12.1.9. LINDSAY (29):

sehr gut:	Fkha < 1,25 cm (0,5 inch) Gesamtbeugewinkel (jedes Gelenk einzeln gemessen) > 200°. Normale Funktion.
gut:	Fkha 1,25 - 2,5 cm (0,5 - 1 inch) Beugung 180 - 200° Keine oder geringe Funktionsein- schränkungen.

ausreichend:	Fkha 2,5 - 3,75 cm (1 - 1,5 inch) Beugung 150 - 180° brauchbarer Finger, jedoch signifi- kante Funktionseinschränkung.
schlecht:	Fkha > 3,75 cm Beugung < 150° gebrauchsunfähiger oder störender Finger.

12.1.10. KELLY (26):

FLEXOREN

sehr gut:	Fkha 0 - 1,25 cm (0 - 0,5 inch)
gut:	Fkha 1,25 - 3,1 cm (0,5 - 1,25 inch)
schlecht:	Fkha > 3,1 cm (1,25 inch)

Extensionsdefizit von 10° im PIP-und DIP-Gelenk vernachlässigbar

Gesamtfunktion:	sehr gut:	75 - 100 % des gesamten Bewegungs- ausmaßes
	gut:	50 - 75 % des ges. Beweg.ausm.
	schlecht:	50 % und weniger

EXTENSOREN

sehr gut:	nicht mehr als 5° Streckdefizit an jedem Interphalangealgelenk
gut:	Streckdefizit nicht mehr als 10° pro Gelenk
schlecht:	Streckdefizit über 10° pro Gelenk

SPEZIELLER TEIL

13. EINFACHAUSZÄHLUNGEN

13.1. Krankengut

Das nachuntersuchte Patientenkollektiv rekrutierte sich aus den Handverletzten, die in der Zeit von 1969 bis Mai 1973 in der Handchirurgischen Abteilung der Universitätsklinik München behandelt wurden.

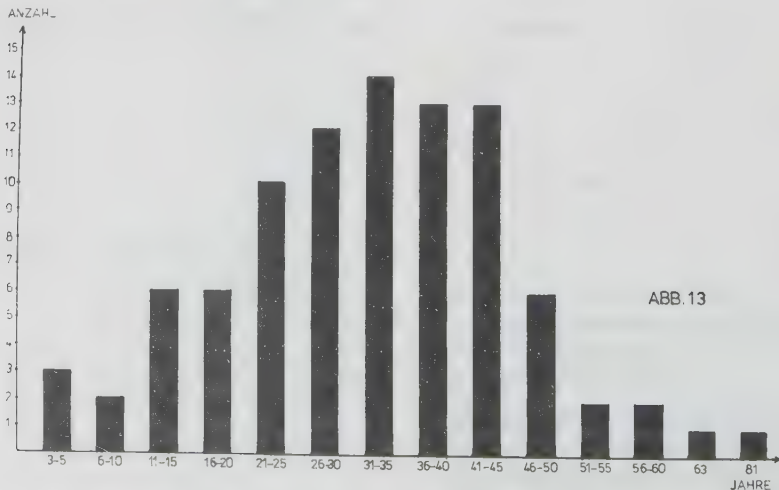
Insgesamt wurden 124 Tendolysepatienten aus dem Krankengeschichtenarchiv erfaßt und einbestellt.

Zur Nachuntersuchung erschienen von diesen 79 Patienten, dies entspricht einer Quote von 63,6 %.

13.1.1. Geschlechtsverteilung

Männliche Patienten	60 (76 %)
Weibliche Patienten	19 (24 %)

13.1.2. Altersverteilung



Aufgeführt wurde das jeweilige Alter zum Zeitpunkt der Tendolyse. (87 Tendolysen an 79 Personen)

Das Diagramm zeigt eine relativ große Streubreite der Altersklassen von 3 bis 81 Jahren. Das Maximum liegt im Altersbereich zwischen 30 und 35 Jahren.

13.2. Verletzungen

Die Zahl der Fälle mit traumatischer Genese der Verwachsungen betrug 70.

13.2.1. Verletzende Objekte

Die folgende Aufstellung faßt ähnliche Verletzungsobjekte und -mechanismen zusammen. Dabei wird keine Aussage darüber gemacht, ob Sehnen mitverletzt waren oder nicht.

In 14 Fällen waren neben andersartigen Handverletzungen primär keine Sehnen verletzt.

Verletzungen durch:

Kreissäge, Fräse, Schleifscheibe	15 Fälle	(21,4 %)
Glasscherben	13 Fälle	(18,6 %)
Messer, Beil, Stichel	13 Fälle	(18,6 %)
Maschinenverletzungen	<u>8 Fälle</u>	<u>(11,4 %)</u>
	70	

Die Kreissägen-, Fräsen- und Schleifscheibenverletzungen bilden mit 21,4 % die größte Gruppe mit ähnlichem Verletzungsmechanismus (schnell rotierende, scharfe Werkzeuge mit erheblicher gewebszerreißender Wirkung).

Es folgen die glatten Schnittverletzungen durch Glasscherben (18,6 %) mit meist geringerem Weichteiltrauma.

In die mit 18,6 % gleichgroße Gruppe von Verletzungen durch Schneidwerkzeuge wurden auch 2 handchirurgische Eingriffe aufgenommen, die zwar nicht an der Sehne stattfanden, jedoch auch zu Verwachsungen führten.

Unter den typischen Maschinenverletzungen (z.B. Hand zwischen Zahnrad und Kette gebracht, oder zwischen rotierenden Walzen gequetscht) finden sich überwiegend schwere Riß-Quetschtraumen.

Die Gruppe "Sonstige" umfaßt Fälle, bei denen die Art des verletzenden

Objektes und der Unfallmechanismus nicht genau geklärt werden konnten (Verkehrsunfälle) und die geschlossenen Verletzungen (Sehnenrupturen, Knochenfrakturen), bei denen von einem verletzenden Objekt nicht gesprochen werden kann.

13.2.2. Riß-Quetschverletzungen und Schnittverletzungen

Die allgemeine Einteilung der 64 offenen Verletzungen in RQ- und Schnittverletzungen brachte folgende Verteilung:

Riß-Quetschverletzungen	32 Fälle
Schnittverletzungen	32 Fälle

13.2.3. Sehnen- und Begleitverletzungen

Von 70 Handverletzungen verliefen:

Ohne primäre Sehnenbeteiligung	14 (20 %)
Mit alleiniger Sehnenbeteiligung	22 (31,4 %)
Mit unterschiedl. Begleitverletzungen	32 (48,6 %)
Ohne Angaben über das genaue Ausmaß der Verletzungen blieben	2 (2,9 %)

Dabei umfassen die Handverletzungen ohne primäre Sehnenbeteiligung:

Frakturen (z.T. Gelenkverletzungen)	8 Fälle
Nervenläsionen	3 Fälle
Hautdefekte	2 Fälle
Nervenläsion und Frakturen	1 Fall

Die Handverletzungen mit alleiniger Sehnenbeteiligung umfassen:

Beugesehnenverletzungen	14 Fälle
Strecksehnenverletzungen	8 Fälle

Die Sehnenverletzungen mit Begleittraumata umfassen:

Sehnenverletzungen mit Knochenfrakturen	12 Fälle
Beugesehnenverl. mit Digitalnervenverl.	5 Fälle
Beugesehnenverl. mit Verletzung des N. Ulnaris u./o. N. Medianus	15 Fälle

Diese Aufstellung zeigt einerseits, daß es bei einem erheblichen Prozentsatz (20 %) der Handverletzungen auch ohne direktes Sehnentrauma zu Verwachsungen kam, andererseits, daß die überwiegende Mehrzahl der Sehnen-

verletzungen mit multiplen Läsionen an anderen wichtigen funktionellen Strukturen verbunden waren.

13.2.4. Lokalisation

13.2.4.1. Betroffene Hand

Rechte Hand	41 Fälle (52 %)
Linke Hand	38 Fälle (48 %)

13.2.4.2. Betroffene Sehnen

Beugesehnen:

D1	16 mal
D2	23 mal
D3	19 mal
D4	17 mal
D5	16 mal
Flexor c. uln.	10 mal
Flexor c. rad.	11 mal

Strecksehnen:

Extensor p.l.	3 mal
" p.b.	2 mal
" c.rad.	2 mal
" c.uln.	1 mal
D2	9 mal
Extensor indicis	5 mal
D3	10 mal
D4	7 mal
D5	7 mal

13.2.4.3. Chirurgisch-topographische Zone der Verletzung

Erstreckten sich Verletzungen über mehrere Zonen, so wurden sämtliche betroffenen Zonen aufgeführt.

Beugesehnen:

Zone 1	1 mal
Zone 2	17 mal
Zone 3	3 mal
Zone 4	2 mal
Zone 5	7 mal
Zone 6	4 mal
Zone 7	13 mal

Strecksehnen:

Zone 1	3 mal
Zone 2	3 mal
Zone 3	3 mal
Zone 4	4 mal
Zone 5	4 mal
Zone 6	5 mal
Zone 7	5 mal
Zone 8	1 mal

Bei den Beugern liegt die größte Verletzungshäufigkeit in den Zonen 2 und 7.

Bei den Extensoren ist eine gleichmäßigere Häufigkeitsverteilung der Verletzungszonen festzustellen mit einer leichten Häufung der Zonen des Handrückens und des Handgelenkes.

13.3. Verwachsungen

Verwachsungen mit traumatischer Genese	70 Fälle
Verwachsungen mit nichttraumat. Genese	9 Fälle

Unter den nichttraumatischen Ursachen fanden sich:

Phlegmonen	2 Fälle
Knopflochdeformitäten	2 Fälle
Phlegmone + Knopflochdef.	1 Fall
Panaritium	1 Fall
Dupuytren	1 Fall
Sehnenscheiden-Tbc	1 Fall
ungeklärte Ursache	1 Fall

13.3.1. Definition der Schweregrade der Verwachsungen

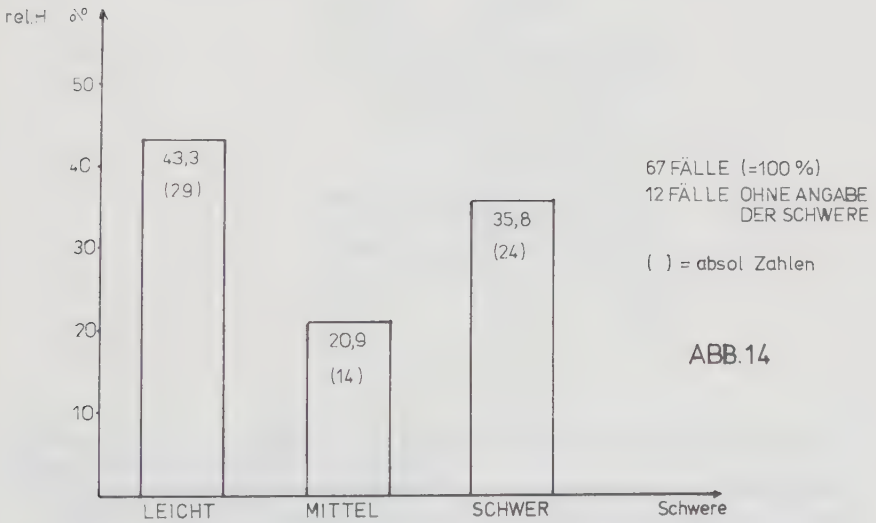
Es wurde folgende Einteilung vorgenommen:

<u>Leichte Verwachsungen:</u>	Verwachsungen der Sehne(n) mit ihrer nächsten Nachbarschaft ohne schwerwiegende Behinderung der Sehne.
<u>Mittlere Verwachsungen:</u>	Verwachsungen der Sehne(n), bei denen die Umgebung während der Bewegung mitgezogen wird, das heißt, mit erheblicher Beeinträchtigung der Gleitfunktion. Hierzu zählen auch Verwachsungen der Sehnen untereinander, sowie mit dem Knochen.
<u>Schwere Verwachsungen:</u>	Verwachsungen, die die Sehnenfunktion nahe-

zu oder völlig unmöglich machen. Das heißt in der Regel massive oder en-bloc-Verwachsungen der Sehnen untereinander, mit der Umgebung und mit dem Knochen.

13.3.2. Häufigkeitsverteilung der Schweregrade

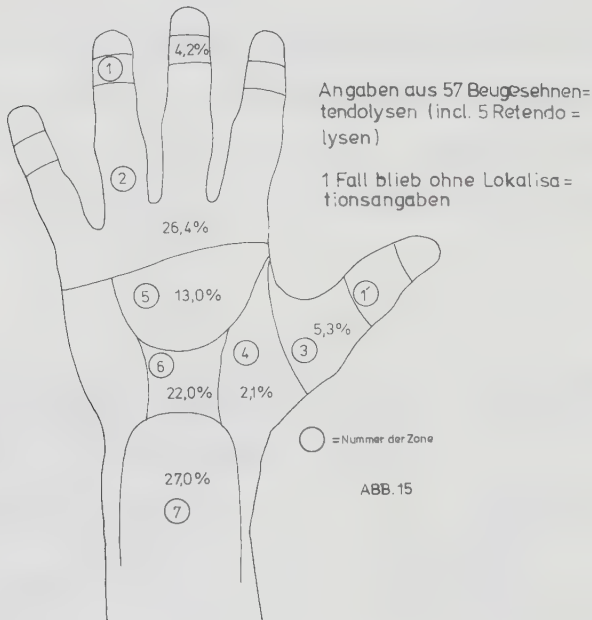
Nach obigen Definitionen ergab sich, beruhend auf den Angaben der Krankengeschichten und der Operationsberichte, folgende Verteilung der Schweregrade:



13.3.3. Lokalisation der Verwachsungen

13.3.3.1. Flexoren

Die folgende Skizze zeigt, mit welchen relativen Häufigkeiten die einzelnen chirurgisch-topographischen Zonen von den Verwachsungen betroffen waren.

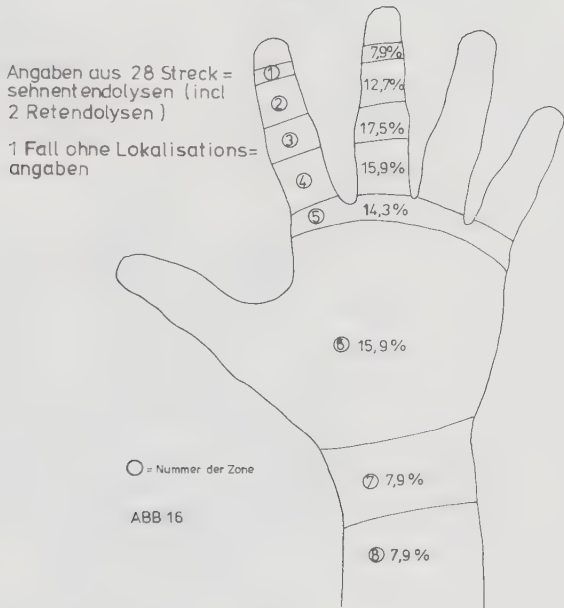


Die maximale Verwachsungshäufigkeit der Flexoren liegt demnach in Zone 7. Es folgen mit fast gleich großer Häufigkeit die Zonen 2 und 6. In Zone 5 ist die Häufigkeit dann nur noch etwa halb so groß. Die Anordnung nach absteigender Verwachsungshäufigkeit ergab folgende Reihenfolge:

Zone 7	27 %
Zone 2	26,4 %
Zone 6	22 %
Zone 5	13 %
Zone 3	5,3 %
Zone 1	4,2 %
Zone 4	2,1 %

13.3.3.2. Extensoren

Relative Häufigkeit der Verwachsungen in den einzelnen chirurgisch-topographischen Zonen.



Die Verteilung der Verwachsungen zeigt bei den Extensoren keine ausgeprägten Häufungen in einzelnen Zonen.

Anordnung in absteigender Häufigkeit:

Zone 3	17,5 %
Zone 6	15,9 %
Zone 4	15,9 %
Zone 5	14,3 %
Zone 2	12,7 %
Zonen 1, 7, 8 jeweils	7,9 %

13.3.4. Ausdehnung der Verwachsungen

13.3.4.1. Flexoren (Langfinger + Daumen)

Verwachsungen in einer Zone:

25 Fälle (= 100 %)

davon in Zone 2	56 % (14)
in Zone 7	36 % (9)
in Zone 3	8 % (2)

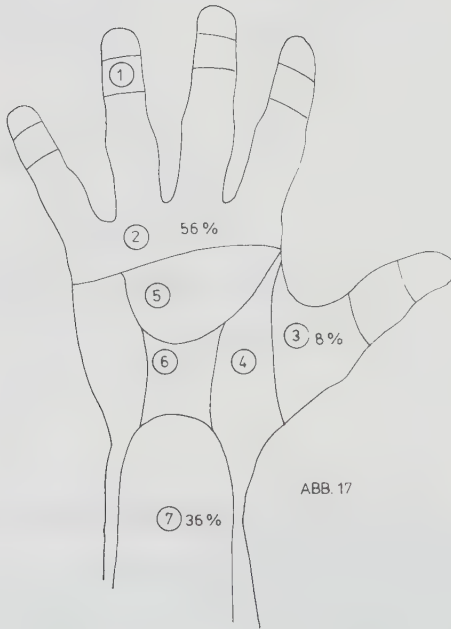


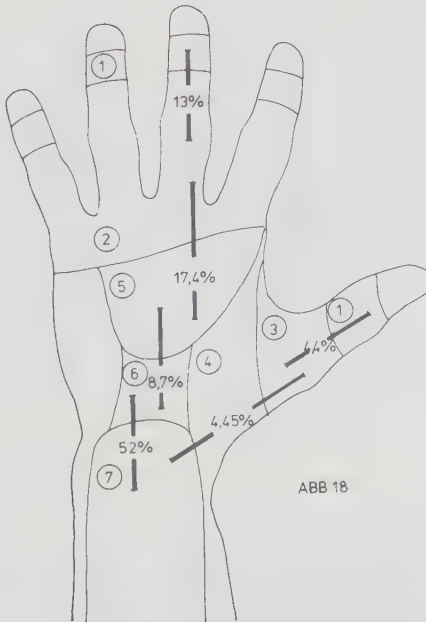
ABB. 17

Verwachsungen über 2 Zonen:

Absolute Häufigkeit

23 Fälle (= 100 %)

davon i.d. Zonen 6,7	52,0 % (12)
i.d. Zonen 2,5	17,4 % (4)
i.d. Zonen 1,2	13,0 % (3)
i.d. Zonen 5,6	8,7 % (2)
i.d. Zonen 1,3	4,4 % (1)
i.d. Zonen 3,7	4,4 % (1)



Verwachsungen über 3 Zonen:

9 Fälle (= 100 %)

davon in den Zonen 2,5,6	33,5 % (3)
in den Zonen 5,6,7	33,5 % (3)
in den Zonen 1,2,5	11,0 % (1)
in den Zonen 3,4,7	11,0 % (1)
in den Zonen 4,6,7	11,0 % (1)

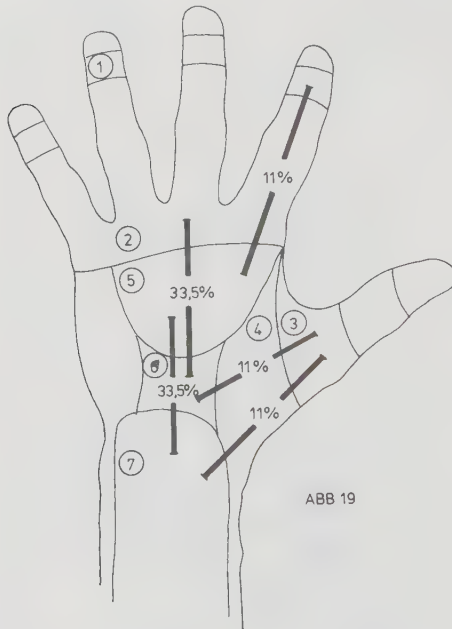


ABB 19

Ein Fall blieb ohne Angabe der Lokalisation.

Die Aufstellung zeigt eine Häufung der ausgedehnteren Verwachsungen im proximalen Handbereich und eine Häufung der begrenzten V. im distalen Bereich.

13.3.4.2. Extensoren

Verwachsungen innerhalb einer Zone:	11 Fälle
Verwachsungen über 2 Zonen:	8 Fälle
Verwachsungen über 3 Zonen u. mehr	9 Fälle
1 Fall ohne Angaben	

13.4. Therapie

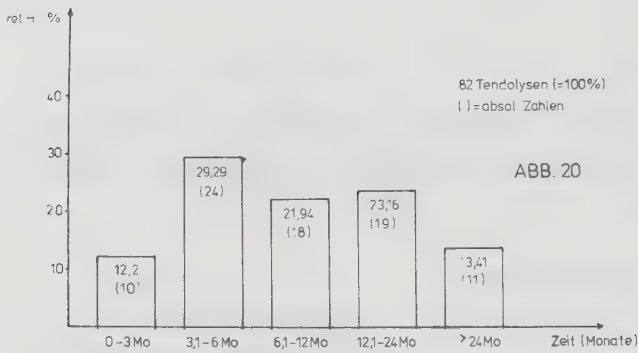
Dieser Abschnitt umfaßt die zahlenmäßige Auswertung und Zusammenstellung von bestimmten Maßnahmen, die im Laufe der Therapie der einzelnen Fälle ergriffen wurden.

13.4.1. Eingriffe vor der Tendolyse

	wo durchgeführt		Summe
	hier	auswärts	
Primäre Beugesehnnennaht	2	17	19
Sekundäre Beugesehnnennaht	1	3	4
Einzeitige Beugesehnnentranspl.	5	2	8
Zweizeitige Beugesehnnentranspl.	1	0	1
Primäre Strecksehnnennaht	1	11	11
Sekundäre Strecksehnnennaht	0	3	3
Wiederherstellungsoperationen an Nerven (Med. Uln. Digitaln.)	9	4	13
Eingriffe an Knochen u. Gelenken	6	8	14
Plastische Hautdeckung	2	2	4
Sonstige	3	7	10
Nur Wundversorgung	0	10	10
Konservative Behandlung	0	5	5

13.4.2. Zeitraum zwischen vorhergegangenen Eingriff bzw. Beginn Pathogenese der Verwachsungen und der Tendolyse

Das folgende Diagramm zeigt die Verteilung der Zeitabschnitte. Bei Fällen mit Retendolysen wurden auch die Abstände zwischen beiden Tendolysen aufgenommen.



3 Fälle blieben ohne Zeitangabe

2 Fälle entfallen, da keine Festlegung der Zeit möglich

Aus dem Diagramm wird ersichtlich:

1. Ein erheblicher Teil der Tendolysen (12,2 %) wurde relativ früh, das heißt vor Ablauf von 3 Monaten nach Beginn der Pathogenese durchgeführt.
2. Die überwiegende Mehrzahl der Tendolysen (63,4 %) wurde innerhalb eines Jahres nach Beginn der Pathogenese durchgeführt.
3. Ein großer Anteil der Tendolysen (36,5 %) wurde nach über 12 Monaten durchgeführt. Dabei erfolgte die späteste Tendolyse nach 18,5 Jahren.

13.4.3. Tendolysen und andersartige gleichzeitige Eingriffe

Gesamtzahl der Tendolysen: 87

wobei

Beugesehnentendolysen 53+5 Retendolysen

Strecksehnenendolysen 27+2 Retendolysen

Bei den 87 Operationen bildete die Tendolyse in 20 Fällen den alleinigen Gegenstand des Eingriffes.

Bei den restlichen Operationen fand die Tendolyse im Rahmen verschiedener Eingriffe an Sehnen, Nerven, Knochen und Gelenken statt.

unter den genannten Begleiteingriffen fanden sich:

Neurolysen 21

Nerveninterpositionsplastiken 15

Neuromresektionen 13

Eingriffe an Gelenken 11

Raffnähte (Beuger + Strecker)	10 (2 B + 8 S)
Arthrodesen (temporär/bleibend)	8
Nervennähte	5
Materialentfernungen	3
Strecksehnennähte	2
Z-förmige Sehnenverlängerung	2
Opponensplastik	2
Beugesehnentransplantation	2
Ringbandplastik	2
Beuge- oder Strecksehnentransposition	2
Beugesehnnennaht	1
Sonstige	10

Gliedert man die Nebeneingriffe in Mobilisationseingriffe und Immobilisationseingriffe, so ergeben sich bei einer Gesamtzahl von 109 Nebeneingriffen bei 87 Tendolysen:

54 (49,6 %) Immobilisationseingriffe

55 (50,4 %) Mobilisationseingriffe

Das heißt, fast die Hälfte der begleitenden Eingriffe während der Tendolyse erforderten eine anschließende Immobilisationsphase.

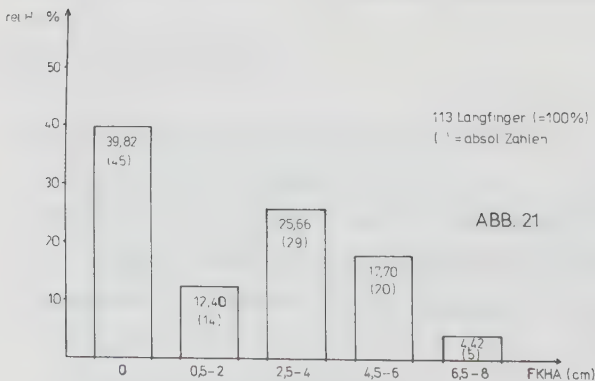
14. ERGEBNISSE DER TENDOLYSE

14.1. Gesamtaufstellung der postoperativen Fingerkuppen-Hohlhand-Abstände (FKHA) der Langfinger und ihrer Extensionsdefizite.

14.1.1. Beuger (113 Langfinger)

FKHA (cm)	Häufigkeit absolut
0	45
0,5	3
1	2
1,5	5
2	4
2,5	2
3	12
3,5	9
4	6
4,5	2
5	9
5,5	2
6	7
6,5	1
7	2
7,5	1
8	1

Zusammenfassung



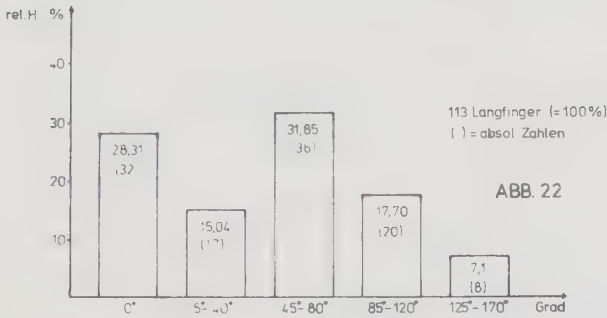
Die Graphik zeigt zwei Maxima:

1. bei FKHA = 0

2. bei FKHA = 2,5 - 4 cm

Der durchschnittliche FKHA beträgt 2,28 cm

Zusammenfassung der Extensionsdefizite:



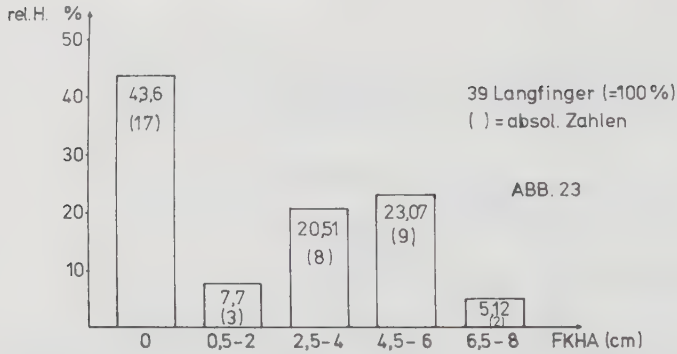
Das Extensionsdefizit stellt die Summe der Defizite der 3 Fingergelenke dar.

Das durchschnittliche Streckdefizit der Beuger beträgt 52,4 Grad.

14.1.2. Extensoren (39 Langfinger)

FKHA (cm)	Häufigkeit absolut
0	17
0,5	1
1	1
1,5	1
3	2
4	6
4,5	2
5	4
5,5	1
6	2
6,5	1
7	1

Zusammenfassung der FKHA:



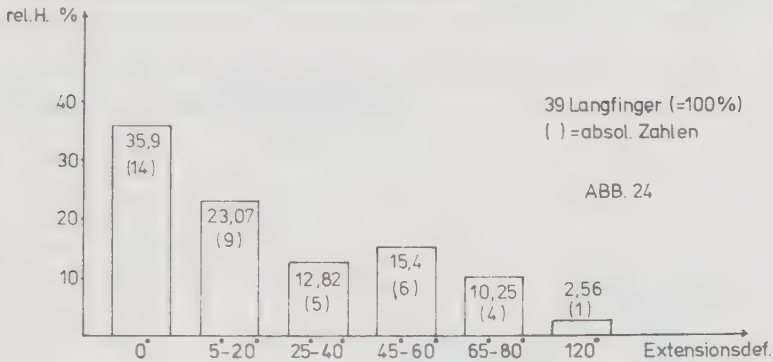
Die Graphik zeigt zwei Maxima:

1. bei FKHA = 0
2. bei FKHA 4,5 - 6 cm

Der durchschnittliche FKHA der Extensoren beträgt 2,38 cm

Extensionsdefizite (Grad)	Häufigkeit absolut
0	14
10	3
15	1
20	5
25	1
30	3
35	1
45	1
50	2
60	3
65	1
70	1
75	1
80	1
120	1

Zusammenfassung der Extensionsdefizite:



Aus der Graphik geht hervor:

1. Fast 36 % der Langfinger mit Strecksehnentendolysen erreichen die volle Streckung wieder, d.h. Extensionsdefizit = 0.
2. Annähernd 60 % der Langfinger geraten in einen sehr guten bis guten funktionellen Bereich mit einem Extensionsdefizit von 0 bis maximal 20 Grad.
3. Etwa 12 % der Finger weisen nach der Operation ein tolerierbares Extensionsdefizit von 25 - 40 Grad auf.
4. Ca. 28 % der Langfinger verbleiben mit einem Extensionsdefizit von über 45 Grad.

Das durchschnittliche Streckdefizit beträgt 26,4 Grad

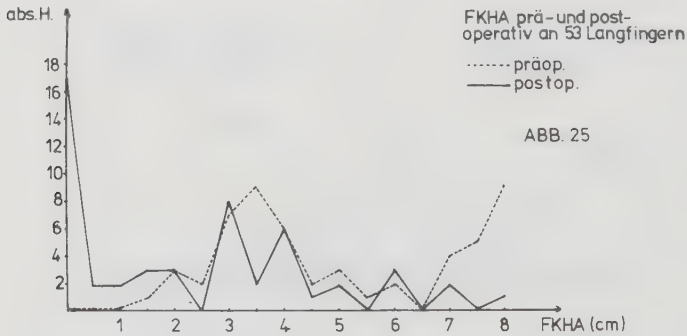
14.2. Vergleich zwischen prae- und postoperativen FKHA-Werten

Der Vergleich von prae- und postoperativen FKHA-Werten und damit die Ermittlung des Bewegungszuwachses war nicht in allen Fällen möglich, da häufig die praeoperativen Werte nicht in der Krankengeschichte festgehalten waren.

Die Zahl der Langfinger mit vergleichbaren prae- und postoperativen FKHA-Werten betrug bei den Beugern 53
und bei den Streckern 19

14.2.1. Häufigkeitsverteilung prae- und postoperativer FKHA

14.2.1.1. Beuger

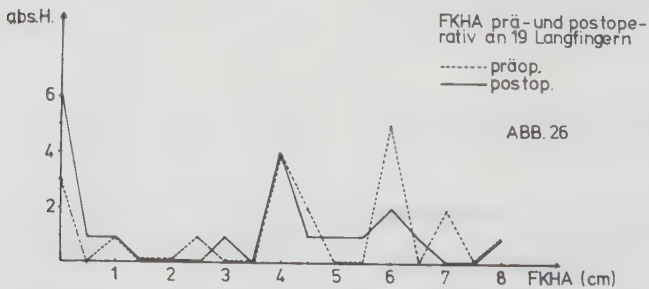


Die praeoperative Kurve zeigt zwei klare Maxima:

1. im Bereich von FKHA 3-4 cm
2. bei FKHA 7-8 cm

Nach der Operation häufen sich die Werte bei FKHA = 0 sowie FKHA = 3 und 4 cm.

14.2.1.2. Extensoren



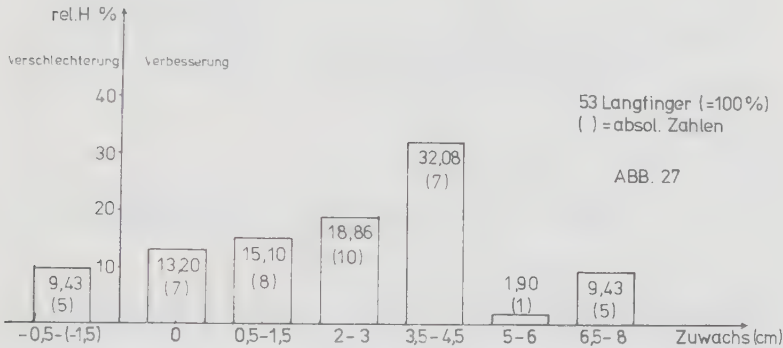
Praeoperative Maxima bei FKHA 4 und 6 cm

Postoperative Maxima bei FKHA 0 und 4 cm

14.2.2. Bewegungszuwachs nach der Tendolyse (Verringerung des FKHA)

14.2.2.1. Beuger

Das folgende Diagramm zeigt die Verteilung der Zuwachsraten bei 53 Langfingern, sowie die Verschlechterungen des Bewegungsausmaßes.



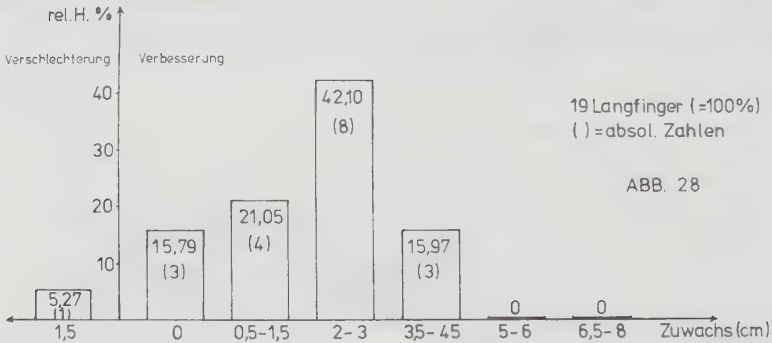
Die Graphik gestattet folgende Aussagen:

1. Am häufigsten waren mit ca. 32 % Zuwachsraten von 3,5 bis 4,5 cm.
2. Etwa 34 % der Langfinger erreichten nach Beugesehntendolysen Zuwachsraten zwischen 0,5 und 3 cm.
3. Ein maximaler Zuwachs von 6,5 bis 8 cm wurde bei etwa 9 % der Finger erreicht.
4. Etwa 13 % der Finger blieben stationär, d.h. Zuwachs = 0.
5. Bei ca. 9 % der Finger trat eine Verschlechterung ein.
(0,5 bis 1,5 cm)

Der durchschnittliche Zuwachs beträgt 2,53 cm.

14.2.2.2. Extensoren

Verteilung der Zuwachsraten bei 19 Langfingern und Verschlechterungen.



1. Bei den Extensoren liegt die Häufung der Zuwachsraten im Bereich von 2 bis 3 cm (ca. 42 %).
2. Die höchsten Zuwachsraten von 3,5 bis 4,5 cm erreichen ca. 16 % der Langfinger.
3. Etwa 21 % der Finger erreichen eine Zuwachsrate von 0,5 bis 1,5 cm.
4. Stationär blieben etwa 16 % der Finger.
5. Verschlechterungen traten bei etwa 5 % der Finger ein.

Der durchschnittliche Zuwachs betrug 1,71 cm.

14.2.3. Verschiebung der einzelnen FKHA-Werte nach der Tendolyse
Für die differenzierte Beurteilung der Verbesserung bzw. Verschlechterung der FKHA-Werte wurden diese in bestimmte Gruppen eingeteilt.

Daraufhin sollten zwei Fragestellungen beantwortet werden:

1. Welche praeoperativen Ausgangswerte geraten in die jeweiligen postoperativen FKHA-Gruppen?
2. Wie verschoben sich die Einzelwerte der praeoperativen FKHA-Gruppen nach der Tendolyse?

14.2.3.1. Beuger (53 Langfinger)

Bei den Beugern wurde folgende Gruppeneinteilung getroffen:

- Gruppe 0 ----> FKHA = 0
- Gruppe 1 ----> FKHA 0,5 - 3 cm
- Gruppe 2 ----> FKHA 3,5 - 4 cm
- Gruppe 3 ----> FKHA 4,5 - 7 cm
- Gruppe 4 ----> FKHA 7,5 - 8 cm

1. Fragestellung: Welche praeoperativen Ausgangswerte geraten postoperativ in welche FKHA-Gruppe?

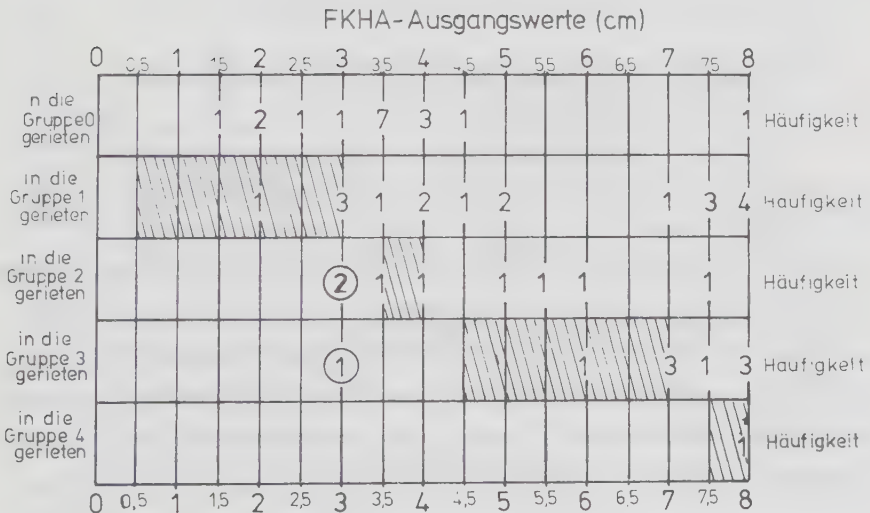


ABB. 29

Die FKHA-Bereiche der jeweiligen Gruppen sind schraffiert.

Die vorstehende Aufstellung läßt u.a. folgende Aussagen zu:

1. Von den 20 FKHA-Ausgangswerten bis 4,5 cm erreichen postoperativ

16 den FKHA	=	0	(ca. 55 %, wenn 29=100%)
8 einen FKHA zw.		0,5 u. 3 cm	(ca. 28 %)
4 einen FKHA zw.		3,5 u. 4 cm	(ca. 14 %)
1 einen FKHA zw.		4,5 u. 7 cm	(ca. 3 %)

Das heißt also:

Finger mit Ausgangswerten bis FKHA = 4,5 cm haben eine gute Prognose, denn sie erreichen zu 55 % die volle Beugefähigkeit und zu 28 % gute bis brauchbare Ergebnisse (FKHA 0,5 - 3 cm). Insgesamt gelangen 83 % in einen sehr guten bis brauchbaren FKHA-Bereich.

Allerdings traten auch, wie aus obiger Aufstellung hervorgeht, an 3 Fingern (ca. 10 %) Verschlechterungen ein (umrandete Zahlen).

2. Von den 24 FKHA-Ausgangswerten über 4,5 cm erreichen postoperativ

1 FKHA	=	0	(ca. 4 %)
10 einen FKHA zw.		0,5 u. 3 cm	(ca. 42 %)
13 einen FKHA über		3,5 cm	(ca. 54 %)

Das heißt:

Ab FKHA-Ausgangswerten von über 4,5 cm verschlechtert sich die Prognose beträchtlich. Der Anteil der Finger, die die völlige Beugefähigkeit wieder erreichen, ist gering (ca. 4 %). 42 % der Finger geraten noch in einen guten bis brauchbaren Bereich und über die Hälfte (54 %) verbleibt mit einem restlichen FKHA von über 3,5 cm in einem unbefriedigenden bis schlechten Bereich.

2. Fragestellung: Wie verschoben sich die praeoperativen Einzelwerte der jeweiligen FKHA-Gruppen nach der Tendolyse?

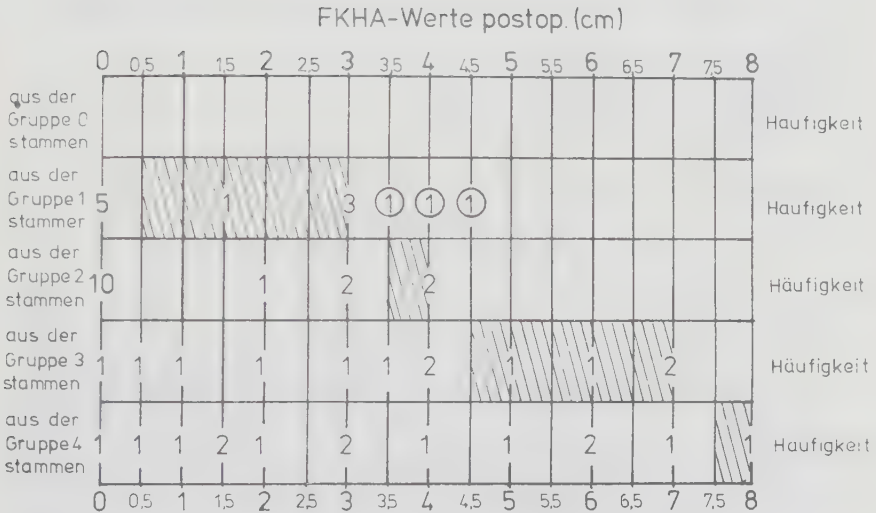


ABB. 30

Die FKHA-Bereiche der jeweiligen Gruppen sind wiederum schraffiert.

Aussage der obigen Aufstellung:

1. Die Ausgangswerte der Gruppe 2 (FKHA 3,5-4 cm) haben die beste Prognose: Von 15 Fingern erreichen 10 den FKHA = 0 (66 %).
2. Die Ausgangswerte der Gruppe 1 (FKHA 0,5 - 3 cm) haben ebenfalls eine relativ gute Prognose. Von 12 Fingern erreichen 5 den FKHA = 0 (42 %).
Es existieren hier jedoch 3 Finger mit Verschlechterungen. Die restlichen 4 Finger verblieben innerhalb des FKHA-Bereiches der Gruppe.
3. Von den Gruppen 3 und 4 (FKHA 4,5 - 7 und 7,5 - 8 cm) erreicht

jeweils nur noch 1 Finger von 12 bzw. 14 den FKHA = 0 (8 bzw. 7 %).
Beide Gruppen zusammengekommen erreichen jedoch noch mit etwa 40 % der Finger einen guten bis ausreichenden FKHA-Bereich (0,5 - 3 cm).

14.2.3.2. Extensoren (19 Langfinger)

Bei den Extensoren wurde folgende Gruppeneinteilung vorgenommen:

- Gruppe 0 ----> FKHA = 0
- Gruppe 1 ----> FKHA 0,5 - 4 cm
- Gruppe 2 ----> FKHA 4,5 - 6 cm
- Gruppe 3 ----> FKHA 6,5 - 8 cm

1. Fragestellung: siehe oben

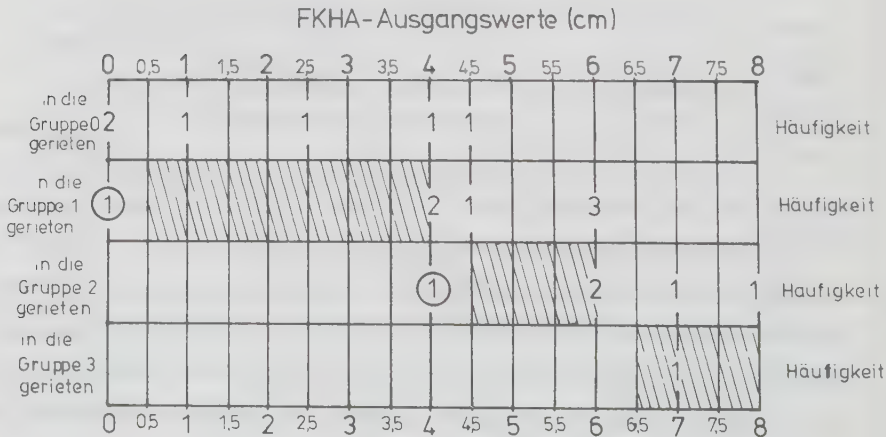


ABB. 31

FKHA-Bereiche der Gruppen schraffiert

Aussage:

1. Sehr gute Ergebnisse mit FKHA=0 wurden erreicht bei Ausgangswerten bis zu 4,5 cm. 6 von 11 Werten erreichten diesen FKHA.

3 Ausgangswerte gerieten in die teilweise noch funktionelle Gruppe 1. Die restlichen 2 Ausgangswerte verschlechterten sich (Zahlen umrandet).

2. Von den 8 Ausgangswerten über 4,5 cm erreichte keiner den FKHA = 0. 3 Werte kamen in Gruppe 1, die restlichen 5 Werte verblieben in einem unzureichenden bis schlechten FKHA-Bereich.

2. Fragestellung: siehe oben

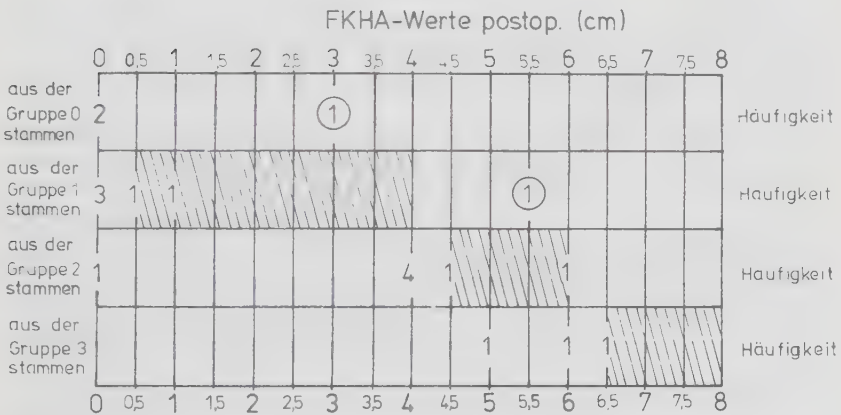


ABB. 32

Aussage:

- Die besten Ergebnisse erreichten Ausgangswerte der Gruppe 1. 3 von den 6 Werten der Gruppe gingen in FKHA = 0 über. 2 Werte verblieben innerhalb des FKHA-Bereiches der Gruppe. 1 Wert (umrandet) verschlechterte sich.
- Von den Gruppen 2 und 3 erreicht insgesamt nur noch ein Wert FKHA = 0. Die übrigen Werte der Gruppen gelangen nicht mehr in den funktionellen FKHA-Bereich.

14.3. Ergebnisse der Tendolysen an Daumensehnen

Zur Bewertung des Tendolyseresultates an Daumenbeuge- oder -strecksehnen wurde jeweils das Bewegungsausmaß des betroffenen Daumens mit dem des gesunden verglichen.

Das Ergebnis wurde in % Bewegungsausmaß von der gesunden Seite angegeben.

Zur Bestimmung des Bewegungsausmaßes wurden folgende Parameter herangezogen:

1. Abduktion: Winkel zwischen abduziertem D_1 und D_3 .
2. Opposition: Abstand zw. D_1 -Kuppe und D_5 Grundgelenk.
Wert der gesunden Seite = 100 %, pro 0,5 cm Defizit am betroffenen D_1 erfolgt 10 % Abzug von 100 %.
3. Winkelverlängerung D_1D_3 bei palmarer Abduktion
4. Beugung im Grundgelenk und Endgelenk: Als Norm für die Beugung im GG wurden 50 Grad und für die Beugung im EG 80 Grad gesetzt.
5. Streckung im GG und EG: Volle Streckung bis 180 Grad im GG und EG zählte 100 %.
Im GG erfolgte pro 5 Grad Defizit ein Abzug von 10 %.
Im EG wurden pro 8 Grad Defizit 10 % abgezogen
6. Retropulsion: Abstand der retroponierten Daumenkuppe von der Tischfläche, bei flach mit der Innenfläche aufliegender Hand.

Aus den prozentualen Werten der 8 Parameter wurde der Durchschnittswert gebildet. Ferner wurde an Hand der Werte für jeden Daumen ein Profil gezeichnet.

Insgesamt kamen zur Auswertung:

- 16 Tendolysen am flexor p. longus
Davon fanden 11 im Rahmen von Mehrfachtendolysen an Beugesehnen der Langfinger statt.
- 4 Tendolysen an ext. p. longus oder brevis oder abductor p. longus.
Davon ein Fall im Rahmen von Mehrfachtendolysen an Langfingerstrecksehnen.

14.3.1. Aufstellung der Einzelergebnisse

Von jedem operierten Daumen wurde das Profil der Beweglichkeit und der prozentuale Durchschnittswert aus allen Parametern aufgeführt.

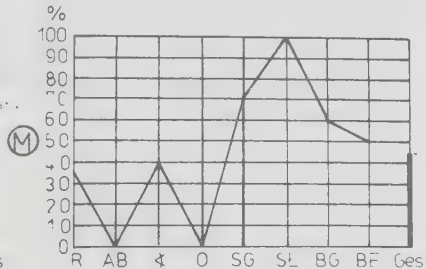
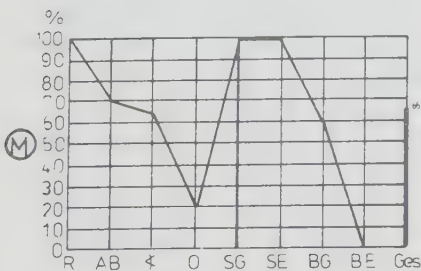
In den Diagrammen bedeutet:

R	=	Retropulsion
AB	=	Abduktion
$\angle$	=	Winkelverlängerung D ₁ D ₃
O	=	Opposition
SG	=	Streckung im Grundgelenk
SE	=	Streckung im Endgelenk
BG	=	Beugung im GG
BE	=	Beugung im EG
Ges.	=	Durchschnittswert

Der linke Teil jedes Diagrammes befaßt sich also mit den Funktionen des Daumensattelgelenkes, der rechte Teil mit den Funktionen des MP-Gelenkes und des IP-Gelenkes.

14.3.1.1. Daumenbeugesehntendolysen

Profile der Bewegungsausmaße. Angegeben in % Bewegungsausmaß des gesunden Daumens. Am rechten Rand des jeweiligen Diagrammes ist der Durchschnittswert aus allen Parametern angegeben. (M) = Fall mit Verletzung des N. Medianus



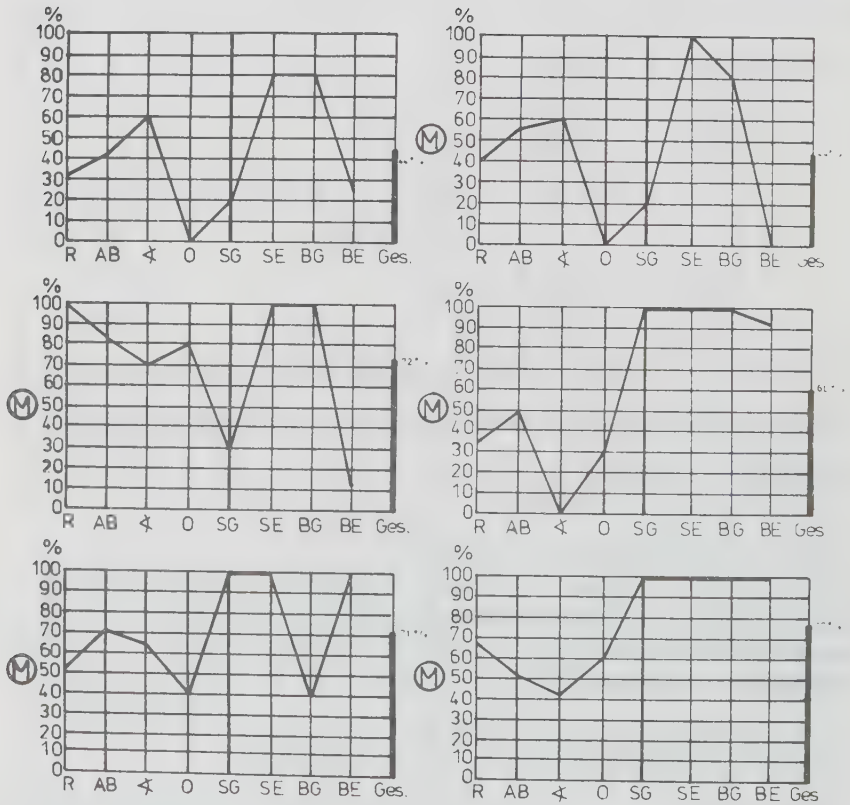
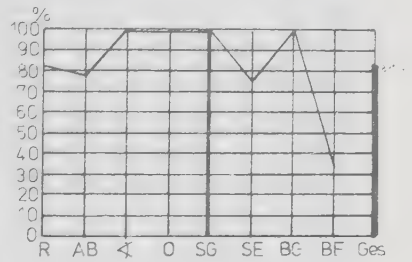
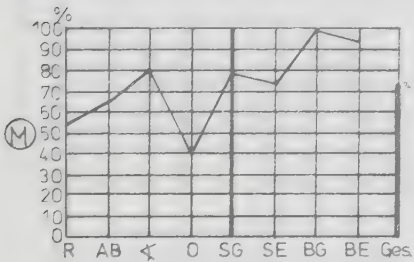
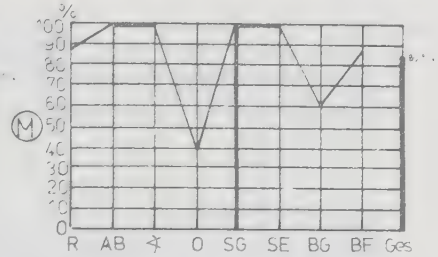
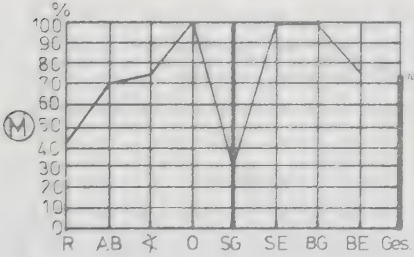
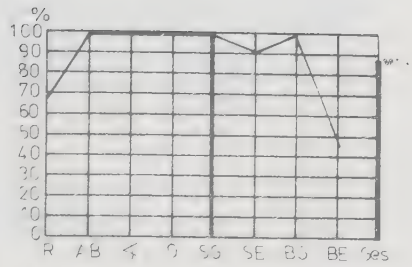
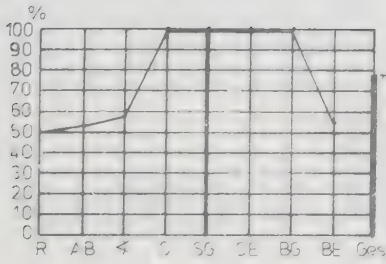


ABB. 33



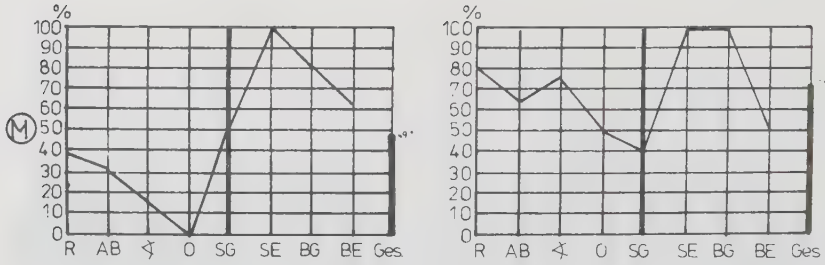


ABB. 33

14.3.1.2. Daumenstrecksehnentendolysen

Profile der Bewegungsausmaße und Durchschnittswert d. Parameter

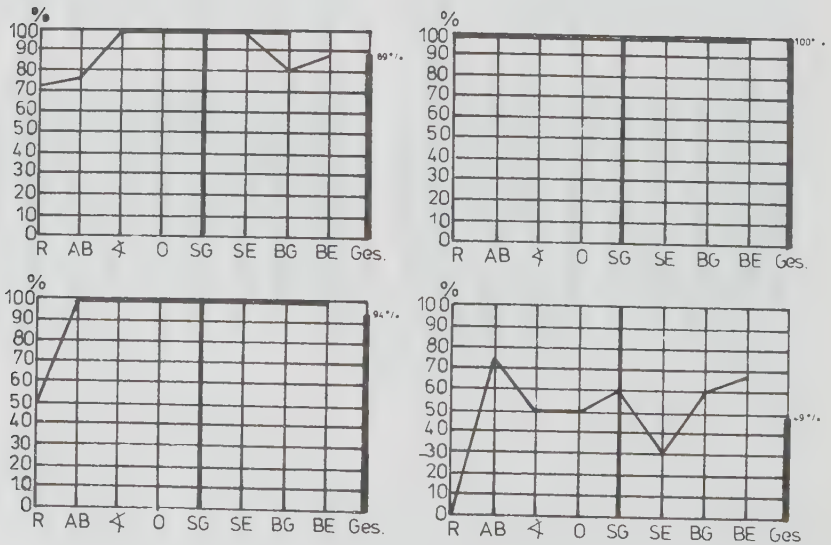
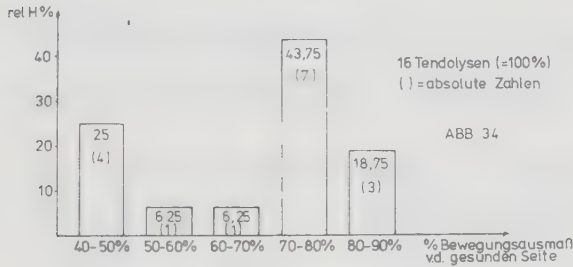


ABB. 33

14.3.2. Zusammenfassung der Durchschnittswerte des Bewegungsausmaßes

14.3.2.1.D₁-Beugesehnentendolysen



Das Maximum der Ergebnisse (ca. 63 %) liegt bei einem Bewegungsausmaß zwischen 70 und 90 % von der gesunden Seite. Eine zweite Häufung besteht bei den unzureichenden Ergebnissen mit 40 bis 50 % Bewegungsausmaß.

14.3.2.2.D₁-Strecksehnentendolysen

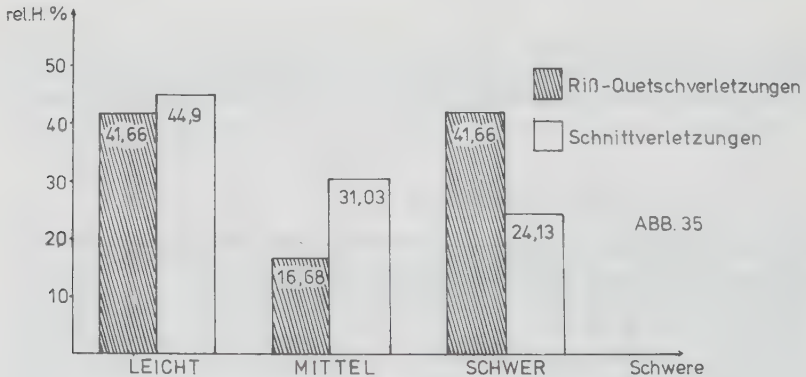
Bei nur 4 Werten erübrigt sich die graphische Darstellung. Die Durchschnittswerte sind aus obigen Diagrammen zu entnehmen.

15. AUSWERTUNG NACH KORRELATIONEN

15.1. Einflüsse auf die Schwere der Verwachsungen

15.1.1. Einfluß der Verletzungsart Riß-Quetschverletzung oder Schnittverletzung

Das folgende Diagramm zeigt die relativen Häufigkeitsverhältnisse der leichten, mittleren und schweren Verwachsungen jeweils bei den RQ- und den Schnittverletzungen.



RQ-Verl.	24 = 100 %	Ohne Angaben d. Schwere 8
Schnittv.	29 = 100 %	Ohne Angaben d. Schwere 3

Aus der Graphik geht hervor:

1. Leichte Verwachsungen sind nach RQ- und Schnittverletzungen in etwa gleich häufig. Sie treten nach Schnittverletzungen lediglich zu ca. 3 % häufiger auf.
2. Mittlere Verwachsungen entstehen nach Schnittverletzungen etwa doppelt so häufig, wie nach RQ-Verletzungen (31 % zu 16,7 %).
3. Schwere Verwachsungen gehen angenähert doppelt so häufig auf RQ-Verletzungen zurück als auf Schnittverletzungen (41,6 % zu 24,1 %).

15.1.2. Einfluß des Zeitpunktes der Sehnenwiederherstellung (primäre/ sekundäre Wiederherstellung)

Es wurden die primären Beugesehnnähte mit der Gesamtheit der sekundären Beugesehnenoperationen (sek. Nähte, Transplantate) hinsichtlich der Schwere der Verwachsungen verglichen. Siehe Diagramm.

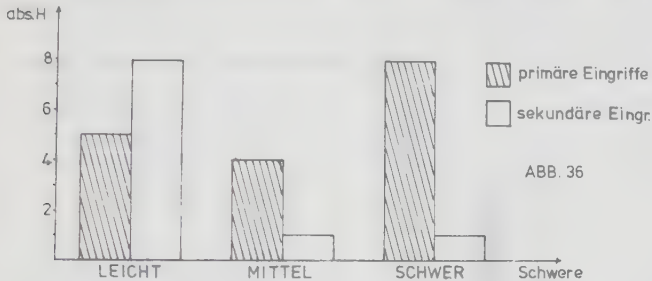


ABB. 36

Primäre Eingr. 19	ohne Angaben d. Schwere 2
Sekundäre Eingr. 13	ohne Angaben d. Schwere 3

Das Diagramm besagt:

1. Die sekundären Eingriffe zeigen eine deutlich größere Tendenz zu leichten Verwachsungen, als die primären.
2. Die primären Eingriffe zeigen eine viel größere Tendenz zu mittleren und schweren Verwachsungen als die sekundären Eingriffe.

Bei den Strecksehnen war die Gruppe der sekundären Strecksehnnähte zu klein (4 Fälle), um einen Vergleich zwischen den Verwachsungen nach primären und sekundären Eingriffen zu gestatten.

Die Verteilung der Schweregrade nach primären Strecksehnnähten war folgende (10 Fälle):

Leichte Verwachsungen	4 Fälle
Mittlere Verwachsungen	3 Fälle
Schwere Verwachsungen	2 Fälle
ohne Angabe d. Schwere	1 Fall

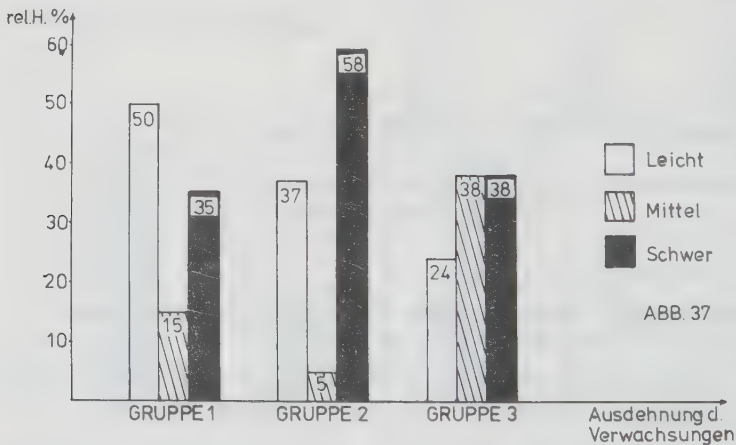
15.1.3. Einfluß der Ausdehnung der Verwachsung

15.1.3.1. Flexoren

Die Verwachsungen der Beugesehnen wurden in 3 Gruppen eingeteilt:

1. Verwachsungen innerhalb einer chirurg.-topograph. Zone
2. Verw. über 2 c.-t. Zonen
3. Verw. über 3 c.-t. Zonen

In jeder der 3 Gruppen wurde die Häufigkeitsverteilung der Schweregrade bestimmt. Siehe Graphik.



Verw. i. 1 Zone: 20 = 100 % ohne Angaben 5
Verw. ü. 2 Zonen: 19 = 100 % ohne Angaben 4
Verw. ü. 3 Zonen: 8 = 100 % ohne Angaben 1

1 Fall blieb ohne Angabe der Ausdehnung der Verwachsung

Aussage:

1. Bei den begrenzten Verwachsungen innerhalb einer Zone überwiegen die leichten Verwachsungen gegenüber den schweren (50 zu 35 %).
2. Bei den ausgedehnteren Verwachsungen über 2 Zonen überwiegen die schweren Verwachsungen gegenüber den leichten (ca. 58 zu 37 %). Der Prozentanteil der leichten Verwachsungen ist ferner in dieser Gruppe verringert.
3. Die Gruppe der Verwachsungen über 3 Zonen ist im Vergleich zu obigen relativ klein, sie zeigt jedoch dieselbe Tendenz wie Gruppe 2.

15.1.3.2. Extensoren

Die Verteilung der Schweregrade ist wegen der Kleinheit der Gruppen nur zahlenmäßig angeführt:

<u>Verw. üb. 1 Zone:</u>	Leichte Verw.	2 Fälle
	Mittlere Verw.	3 Fälle
Gesamt 10 Fälle	Schwere Verw.	3 Fälle
	o.A. d. Schwere	2 Fälle

<u>Verw. üb. 2 Zonen:</u>	Leichte Verw.	2 Fälle
	Mittlere Verw.	2 Fälle
Gesamt 8 Fälle	Schwere Verw.	2 Fälle
	o.A.	2 Fälle

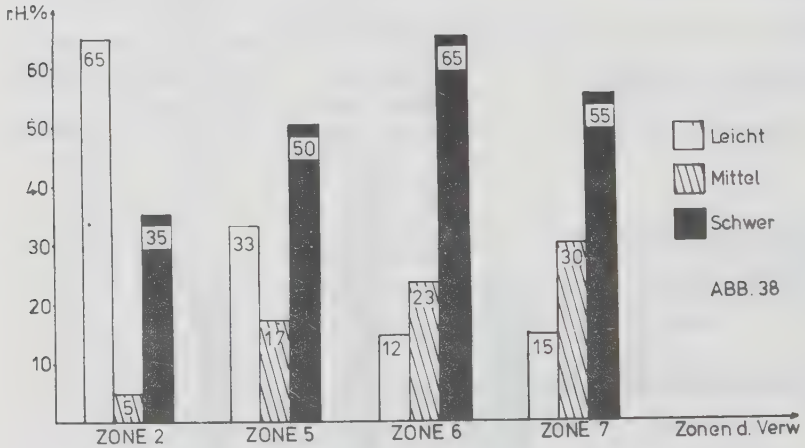
<u>Verw. üb. 3 und mehr</u>		
<u>Zonen:</u>	Leichte Verw.	5 Fälle
Gesamt 8 Fälle	Schwere Verw.	2 Fälle
	o.A.	1 Fall

1 Fall blieb ohne Angaben der Ausdehnung der Verwachsungen.

15.1.4. Einfluß der Lokalisation der Verwachsung auf deren Schwere

15.1.4.1. Beuger

Für jede chirurgisch-topographische Zone wurde ermittelt, mit welcher Häufigkeit sie von leichten, mittleren und schweren Verwachsungen allein oder mitbetroffen war.



Zone 2 wurde absolut betroffen	23 mal (= 100 %)
Zone 5 wurde absolut betroffen	12 mal (= 100 %)
Zone 6 wurde absolut betroffen	17 mal (= 100 %)
Zone 7 wurde absolut betroffen	20 mal (= 100 %)

Die Gruppen der Verwachsungen in den Zonen 1, 3, 4 waren für die Aufnahme in die Graphik zu klein. Die Verteilung der Schweregrade in ihnen wird daher nur zahlenmäßig aufgeführt:

<u>Verw. i. Zone 1:</u>	absolut 4
	davon Leichte Verw. 3
	Schwere Verw. 1

<u>Verw. i. Zone 3:</u>	absolut 4
	davon Leichte Verw. 2
	Schwere Verw. 2

<u>Verw. i. Zone 4:</u>	absolut 2
	davon Leichte Verw. 1
	Mittlere Verw. 1

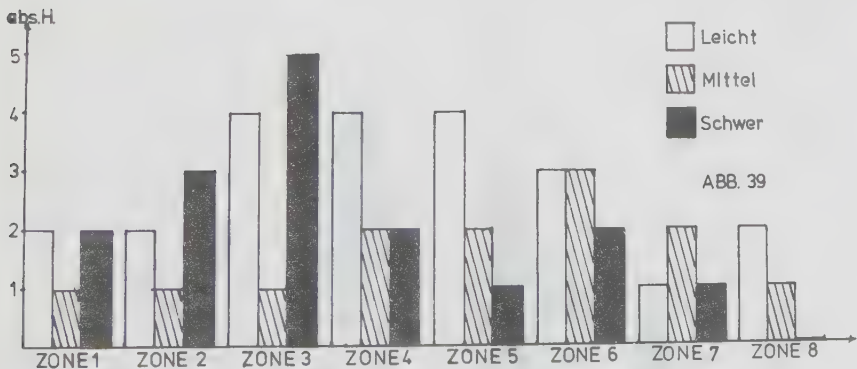
Aussage des Diagramms:

1. Zone 2 ist mehr als doppelt so häufig von leichten als von schweren Verwachsungen betroffen (65:30 %). Verglichen mit den übrigen Zonen ist die relative Häufigkeit der leichten Verwachsungen in Zone 2 am größten, die der schweren Verwachsungen am kleinsten.
2. In Zone 5 überwiegen bereits die schweren Verwachsungen mit einer geringen Differenz gegenüber den leichten Verwachsungen. Der Anteil der mittleren Verwachsungen hat zugenommen.
3. In Zone 6 ist die Häufigkeit der schweren Verwachsungen mehr als 4 mal höher als die der leichten (65:12 %). Verglichen mit den übrigen Zonen herrscht in Zone 6 die geringste relative Häufigkeit der leichten und die größte relative Häufigkeit der schweren Verwachsungen. Der Anteil der mittleren Verwachsungen ist gestiegen.
4. In Zone 7 herrschen ähnliche Verhältnisse wie in Zone 6. Der Anteil der leichten Verwachsungen hat sich geringgradig erhöht, die Häufigkeit der schweren Verwachsungen verringert. Dafür haben die mittleren Verwachsungen etwas an Häufigkeit zugenommen.

15.1.4.2.Extensoren

Die Gruppengrößen waren hier relativ klein, es lassen sich daher nur Tendenzen angeben.

Im Diagramm sind nur die absoluten Häufigkeiten angegeben.



Aus dem Diagramm geht hervor:

1. In den Zonen 2 und 3 überwiegen die schweren Verwachsungen. In den übrigen Zonen überwiegen die leichten Verwachsungen oder sind zumindest gleich häufig wie die schweren.
2. Absolut wurden die Zonen 1-5 (Finger) häufiger von Verwachsungen betroffen, als die Zonen 6-8 (Handrücken + Unterarm).
3. Die Zone 3 ist die Zone mit der absolut größten Verwachsungshäufigkeit.

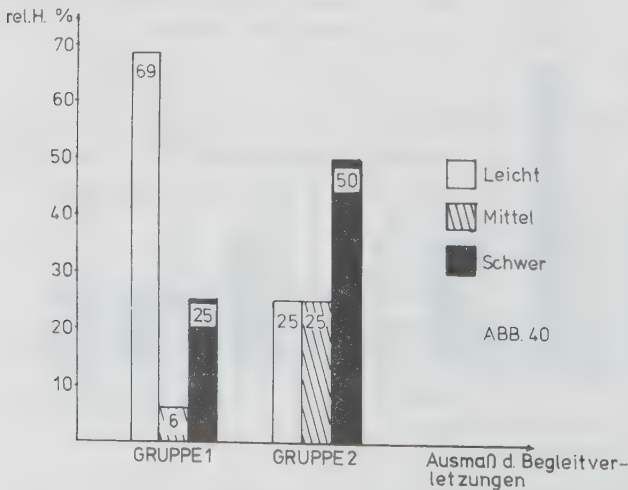
15.1.5. Einfluß der Begleitverletzungen auf die Schwere der Verwachsungen

15.1.5.1. Beuger

Es wurden 2 Gruppen miteinander verglichen:

1. Gruppe: Reine Sehnenverletzungen an 1-2 Flexoren sowie Sehnenverletzungen an 1-2 Flexoren mit Knochenfrakturen u./o. Gelenkverletzungen
2. Gruppe: Sehnenverletzungen an 1-2 Flexoren mit Digitalnervenschädigungen sowie Verletzungen an 2-Allen Flexoren mit Schädigungen von N. Medianus u./o. N. Ulnaris.

In jeder Gruppe wurde die Verteilung der leichten, mittleren und schweren Verwachsungen ermittelt. Die Unterschiede in der Verteilung gehen aus folgendem Diagramm hervor.



1. Gruppe: 16 = 100 %

2. Gruppe: 16 = 100 %

o. Angaben ü. Begleitverletzungen 2

o. Angaben ü. Begleitverletzungen 4

Aussage des Diagramms:

1. In Gruppe 1 (ohne Nervenverletzungen) überwiegen mit nahezu 3facher Häufigkeit die leichten gegenüber den schweren Verwachsungen (ca. 69:25 %).
2. In Gruppe 2 (mit Nervenläsionen) herrschen umgekehrte Verhältnisse. Hier überwiegen mit doppelter Häufigkeit die schweren gegenüber den leichten Verwachsungen. Die Zahl der mittleren Verwachsungen ist 4 mal höher als in Gruppe 1.

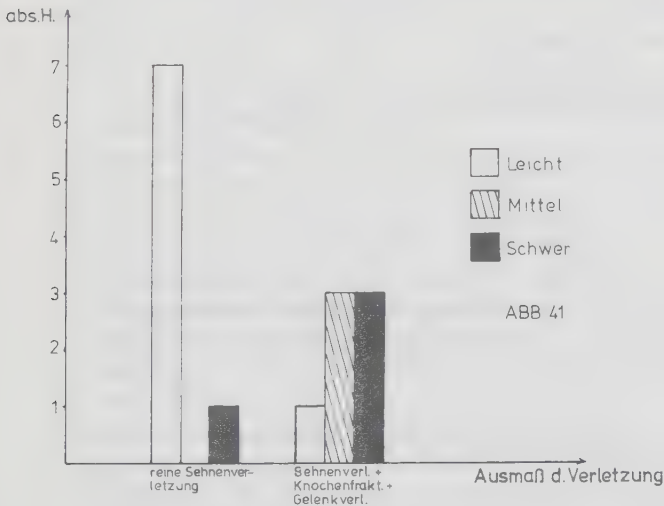
15.1.5.2. Extensoren

Wegen der Kleinheit der Gruppen sind hier nur Tendenzangaben möglich.

Es wurden wiederum 2 Gruppen miteinander verglichen.

1. Gruppe: Reine Sehnenverletzungen
2. Gruppe: Sehnenverletzungen mit Knochenfrakturen u./o. Gelenkverletzungen.

Im Diagramm sind die absoluten Häufigkeiten angegeben.



Aussage:

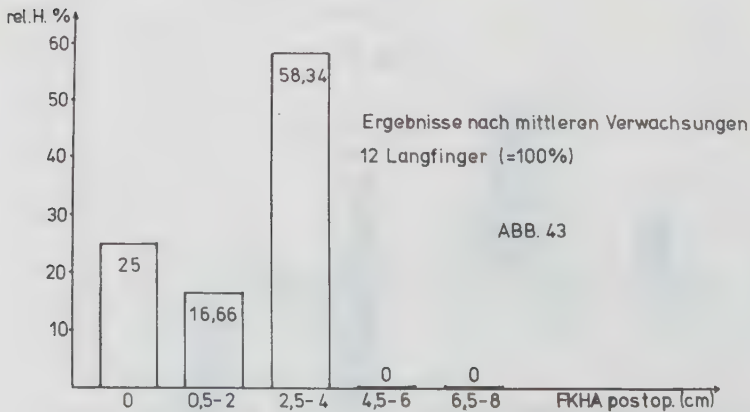
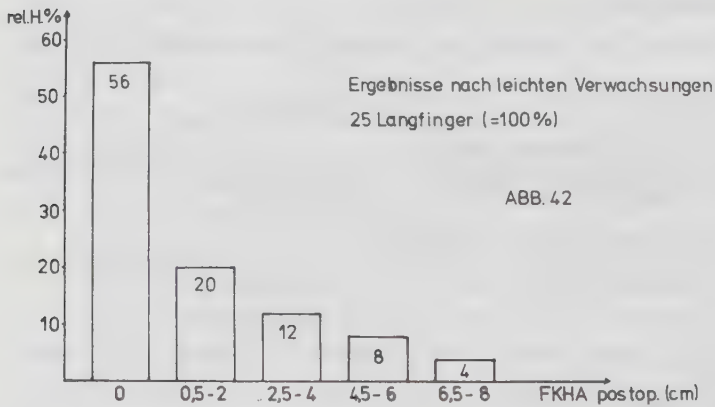
1. Bei den reinen Sehnenverletzungen traten fast nur leichte Verwachsungen auf.
2. Die Sehnenverletzungen mit begleitenden Knochen- oder Gelenkverletzungen führen in der Mehrheit zu mittleren und schweren Verwachsungen.

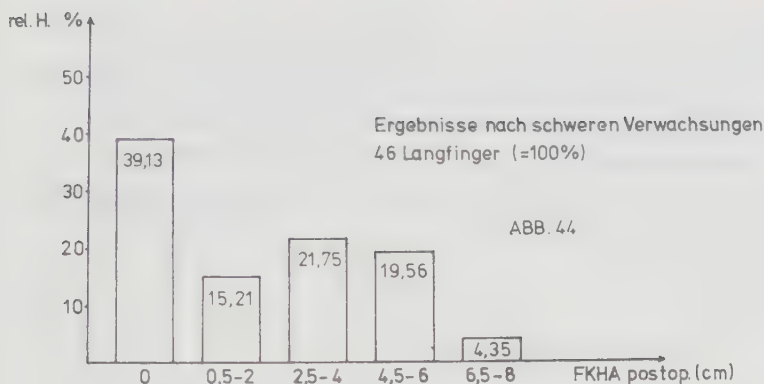
15.2. Einflüsse auf das Ergebnis der Tendolyse bei den Langfingern

15.2.1. Einfluß der Schwere der Verwachsung

15.2.1.1. Flexoren

Zur Klärung des Problems wurde jeweils für die leichten, mittleren und schweren Verwachsungen die Verteilung der postoperativen FKHA ermittelt und in den folgenden Graphiken verglichen.





Aussage:

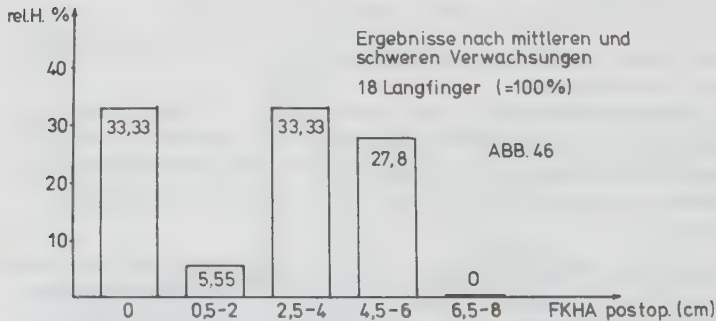
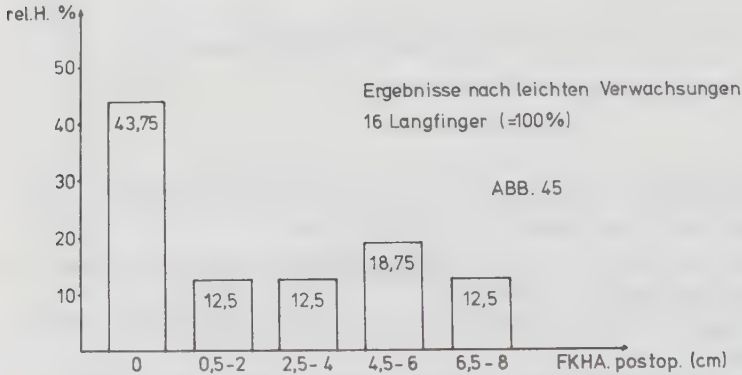
1. Das Ergebnis der Tendolyse, das heißt auch die Prognose, ist abhängig vom Schweregrad der Verwachsung.
2. Bei den Fingern mit leichten Verwachsungen erreichen mehr als die Hälfte den FKHA = 0 (56 %).
20 % geraten noch in einen guten funktionellen Bereich mit FKHA ≤ 2 cm.
Nur 12 % der operierten Finger sind unzureichend bis schlecht (FKHA 4,5-6 cm).
Insgesamt gelangen 76 % der Finger mit leichten Verwachsungen in den sehr guten bis guten FKHA-Bereich, d.h. FKHA 0 - 2 cm.
3. Bei den Fingern mit schweren Verwachsungen erreichen nur noch etwa 40 % den FKHA = 0.
In den guten funktionellen Bereich geraten ca. 15 % der Finger.
Der Anteil der unzureichenden bis schlechten Ergebnisse ist hingegen doppelt so hoch (24 %), wie bei den leichten Verwachsungen.
Insgesamt erreichen etwa 54 % der Finger einen FKHA zwischen 0 und 2 cm.
4. Die Gruppe der Finger mit mittleren Verwachsungen ist, verglichen mit den anderen Gruppen, relativ klein. Sie zeigt jedoch dieselbe Tendenz zur Verringerung der sehr guten und guten Ergebnisse wie die Finger mit schweren Verwachsungen.
Die Mehrheit der Ergebnisse liegt hier im FKHA-Bereich 2,5 - 4 cm.

15.2.1.2. Extensoren

Bei den Extensoren wurden die postoperativen FKHA-Werte der mittleren und schweren Verwachsungen zusammengefaßt und mit den Werten nach leichten Verwachsungen verglichen.

Ferner kamen auch die Extensionsdefizite in den genannten Gruppen zum Vergleich.

FKHA-Werte:



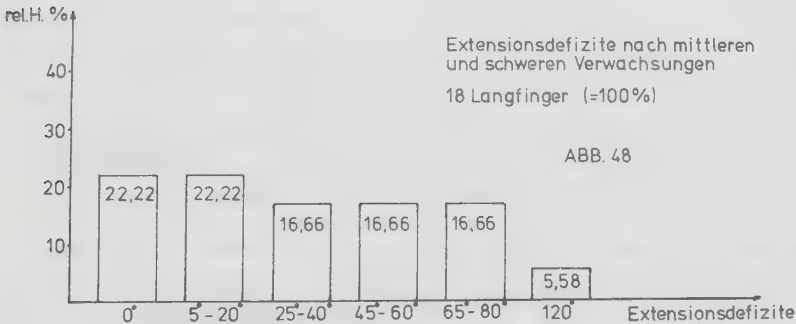
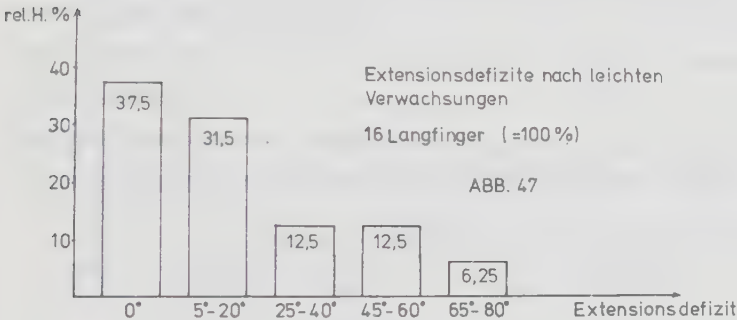
Aussage:

1. Bei Fingern mit leichten Verwachsungen überwiegen die sehr guten bis guten Ergebnisse (FKHA 0 - 2 cm) mit ca. 56 %.

Bei den Fingern mit mittleren und schweren Verwachsungen beträgt der Anteil dieser Ergebnisse nur noch 39 %.

2. Der Anteil der unzureichenden bis schlechten Ergebnisse (FKHA 4,5 - 6 cm) ist bei den leichten Verwachsungen geringfügig höher als bei den schweren (ca. 31:28 %).

Extensionsdefizite:



Aussage:

Die Ergebnisse der beiden Gruppen unterscheiden sich hier deutlicher.

1. Extensionsdefizit 0 - 20 Grad:

Nach leichten Verwachsungen

Nach mittl. u. schw. Verw.

fast 70 % der Finger

ca. 45 % der Finger

2. Extensionsdefizit über 45 Grad:

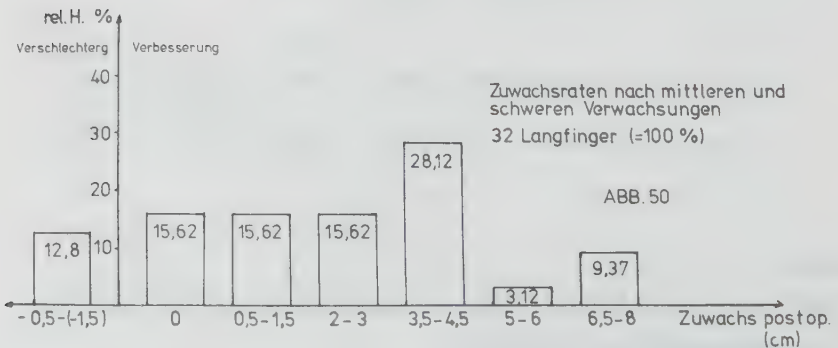
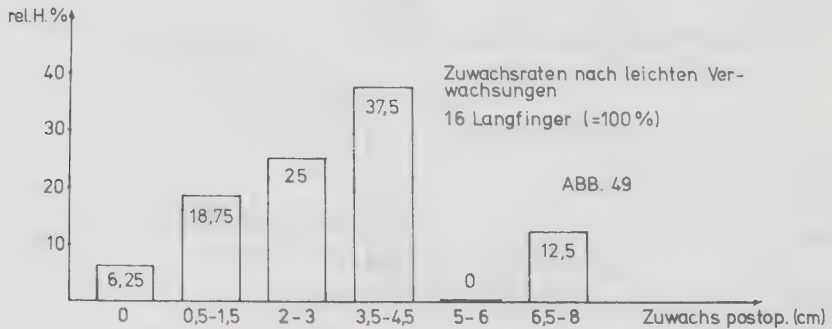
Nach leichten Verwachsungen ca. 19 % der Finger
Nach mittl. u. schw. Verw. ca. 39 % der Finger

3. Die Prognose der Tendolyse ist von der Schwere der Verwachsungen abhängig.

15.2.2. Einfluß der Schwere der Verwachsung auf die Größe des postoperativen Bewegungszuwachses.

Die Behandlung dieser Frage war nur bei den Flexoren möglich, bei den Extensoren konnten keine Gruppen mit ausreichender Größe gebildet werden.

Bei den Beugern wurden jeweils für die leichten Verwachsungen einerseits und die Summe der mittleren und schweren Verwachsungen andererseits die Zuwachsraten bestimmt und verglichen.



5 Finger blieben ohne Angabe der Schwere der Verwachsung

Aussage der Graphiken:

1. Die großen Zuwachsraten (3,5 - 8 cm) sind bei den leichten Verwachsungen relativ häufiger als bei den mittleren und schweren (50:40 %).
2. Finger ohne Beweglichkeitszuwachs traten nach leichten Verwachsungen nur halb so häufig auf wie nach mittleren und schweren Verwachsungen (ca. 6:15 %).
3. Verschlechterungen traten bei den leichten Verwachsungen keine auf, bei den mittleren und schweren Verwachsungen jedoch bei ca. 13 % der Finger.

Eine weitere Aussage ermöglichen ferner die durchschnittlichen Zuwachsraten innerhalb der Schweregruppen:

Bei den leichten Verwachsungen betrug der durchschnittliche Zuwachs 3,15 cm bei einem praeoperativen durchschnittlichen FKHA von 4,34 cm.

Bei den mittleren und schweren Verwachsungen lag der durchschnittliche Zuwachs bei 2,31 cm, bei einem durchschnittlichen Ausgangswert von FKHA = 5 cm.

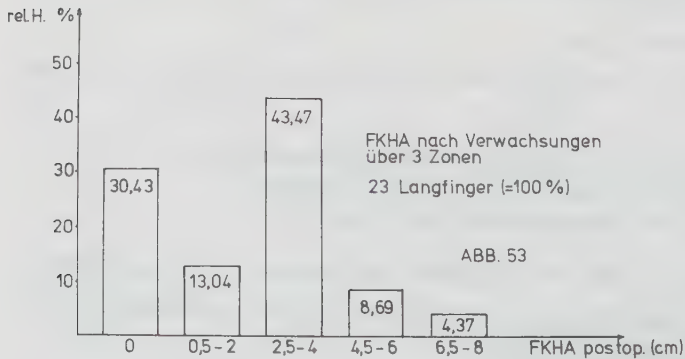
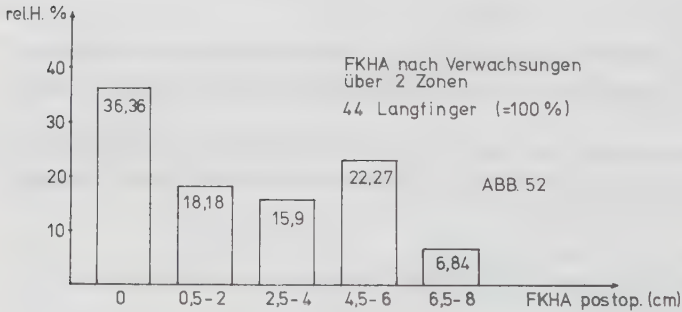
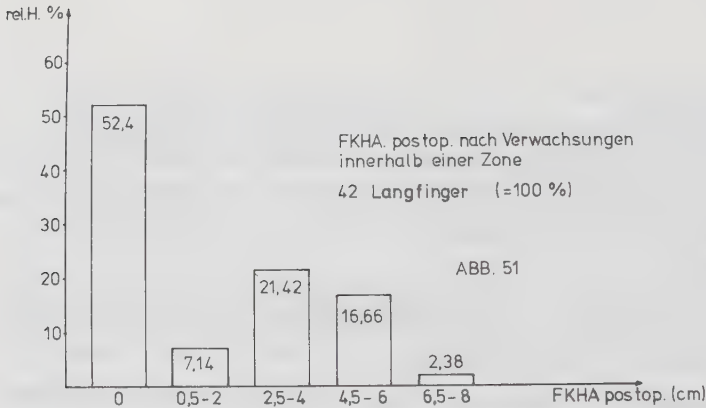
15.2.3. Einfluß der Ausdehnung der Verwachsung auf das Ergebnis der Tendolyse

15.2.3.1. Flexoren

Die Verwachsungen wurden je nach Grad ihrer Ausdehnung in 3 Gruppen eingeteilt:

1. Gruppe ---→ Verwachsungen innerhalb einer Zone
2. Gruppe ---→ Verwachsungen über zwei Zonen
3. Gruppe ---→ Verwachsungen über drei Zonen

In jeder Gruppe wurden die Häufigkeitsverhältnisse der postoperativen FKHA-Werte ermittelt und in den folgenden Graphiken miteinander verglichen.



Aussage der Graphiken:

1. Der Vergleich der sehr guten Ergebnisse mit FKHA = 0 zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen.
Verwachsungen innerhalb einer Zone haben mit etwa 52 % den relativ größten Anteil an sehr guten Ergebnissen.
Mit wachsender Ausdehnung verringert sich dieser Anteil (36 % bei 2 Zonen, 30 % bei 3 Zonen), das heißt, die Prognose verschlechtert sich mit wachsender Ausdehnung der Verwachsungen.

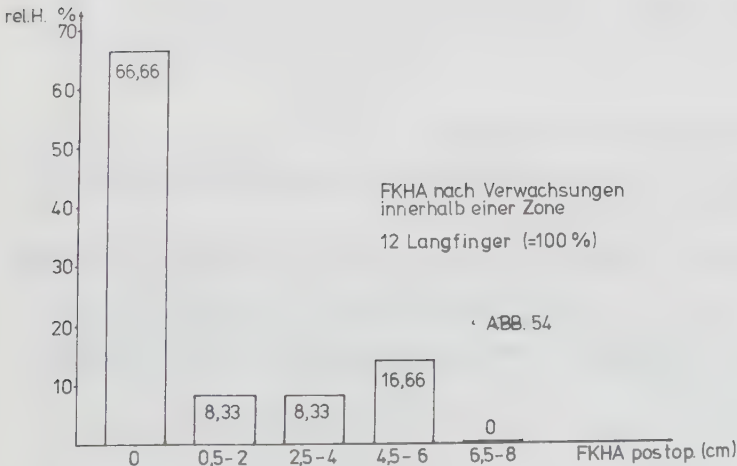
2. Der jeweilige Gesamtanteil der sehr guten bis guten Ergebnisse (FKHA 0 - 2 cm) ist in den beiden ersten Gruppen wenig verschieden (59:54 %). Ein deutlicher Abfall dieses Gesamtanteils zeigt sich jedoch in Gruppe 3. Dort beträgt er nur noch ca. 43 %.
3. Der Anteil der unzureichenden bis schlechten Ergebnisse ist bei den ausgedehnteren Verwachsungen der Gruppe 2 deutlich höher als bei Gruppe 1.
In Gruppe 3 ist er allerdings am niedrigsten, hier besteht eine Häufung der Ergebnisse mit einem funktionell noch brauchbaren FKHA zwischen 2,5 und 4 cm.

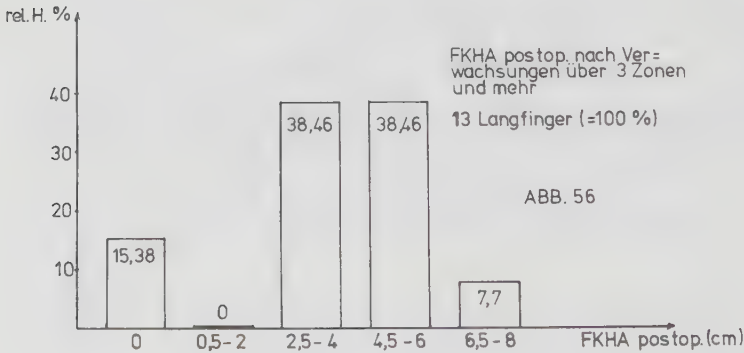
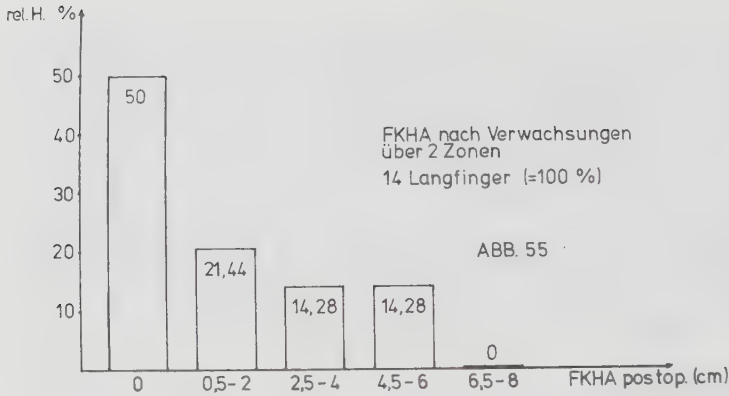
15.2.3.2. Extensoren

Hier wurden die Verwachsungen ebenfalls in 3 Gruppen eingeteilt:

1. Gruppe ---→ Ausdehnung innerhalb 1 Zone
2. Gruppe ---→ Ausdehnung über 2 Zonen
3. Gruppe ---→ Ausdehnung über 3 Zonen und mehr

Die Gruppen sind zwar relativ klein, zeigen jedoch klare Tendenzen in der Häufigkeitsverteilung der postoperativen FKHA-Werte.





Aussage der vorhergehenden Graphiken:

1. Der Anteil der sehr guten Ergebnisse nimmt mit wachsender Ausdehnung ab (66:50:15 %).
2. Der Gesamtanteil der sehr guten bis guten Ergebnisse ist in Gruppe 1 u. 2 etwa gleich, in Gruppe 3 fällt er deutlich ab (FKHA 0 - 1 cm).
3. Der Anteil der unzureichenden bis schlechten Ergebnisse (FKHA über 4,5 cm) ist in Gruppe 1 u. 2 im gleichen Größenordnungsbe- reich, in Gruppe 3 ist er im Vergleich dazu um das 3fache erhöht.

15.2.4. Einfluß der Lokalisation der Verwachsung auf das Ergebnis der Tendolyse

15.2.4.1. Flexoren

Zur Klärung der Frage wurde in den verschiedenen Verwachsungszonen die Verteilung der postoperativen FKHA-Werte ermittelt und verglichen.

Der Vergleich der Ergebnisse nach Verwachsungen in den Zonen $\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ und 2 mit den Ergebnissen in den Zonen $\begin{pmatrix} 6 \\ 7 \end{pmatrix}$ und 7 sei für die Tendenzangabe nur in zusammengefaßter Form wiedergegeben.

Ergebnisse nach Verwachsungen in den Zonen $\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ und 2:
(FKHA = 0 44 %)

FKHA 0 - 2 cm	66,7 %	
FKHA 2,5 - 4 cm	16,7 %	18 Langfinger = 100 %
FKHA 4,5 - 8 cm	16,7 %	

Ergebnisse nach Verwachsungen in den Zonen $\begin{pmatrix} 6 \\ 7 \end{pmatrix}$ und 7:
(FKHA = 0 44 %)

FKHA 0 - 2 cm	53,8 %	
FKHA 2,5 - 4 cm	18,5 %	65 Langfinger = 100 %
FKHA 4,5 - 8 cm	27,7 %	

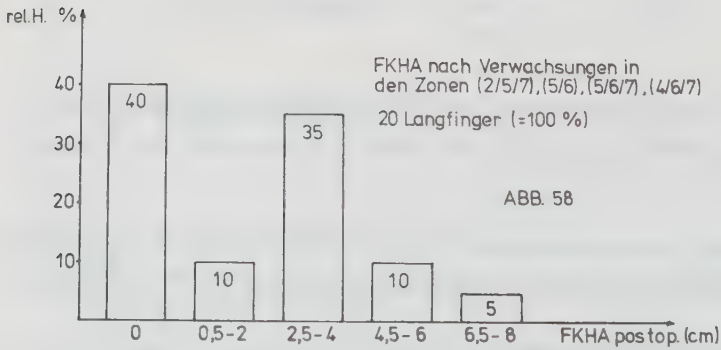
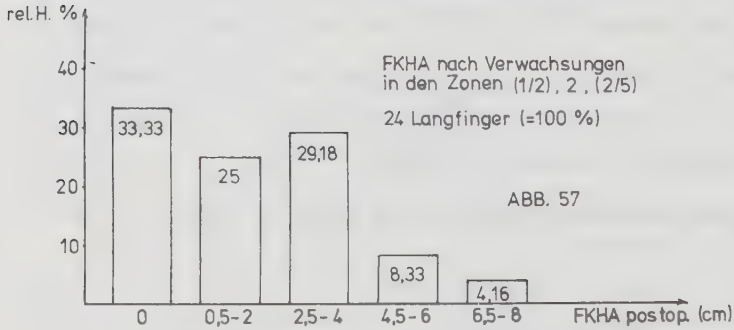
Es läßt sich unter Einbezug der hier nicht aufgeführten Ergebnisse in den Verwachsungszonen $\begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \end{pmatrix}$ von distal nach proximal eine Abnahme

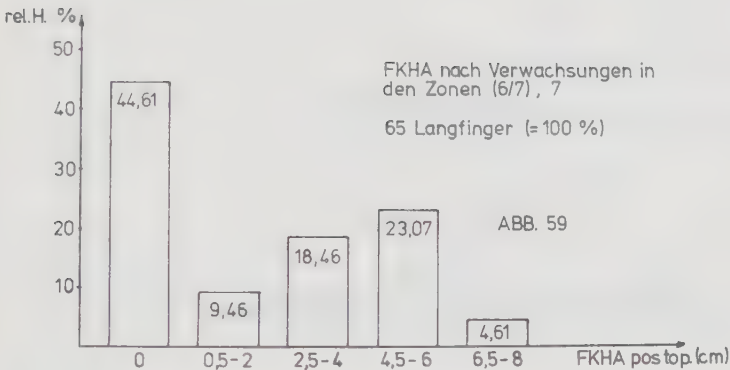
der sehr guten bis guten Ergebnisse (FKHA 0-2) und eine Zunahme der unzureichenden bis schlechten Ergebnisse (FKHA üb. 4,5 cm) feststellen.

Um in den distalen Zonen größere Gruppen zu erhalten, wurden die Ergebnisse in folgender Gruppierung zusammengefaßt:

1. Gruppe ---> Ergebnisse nach Verw. in d. Zonen $\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} 2 \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix}$ (Finger)
2. Gruppe ---> Ergebnisse nach Verw. in d. Zonen $\begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4 \\ 6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \end{pmatrix}$ (Mittelhand)
3. Gruppe ---> Ergebnisse nach Verw. in d. Zonen $\begin{pmatrix} 6 \\ 7 \end{pmatrix} 7$ (Carpaltunnel und Handgelenk)

Die Verteilung der postoperativen FKHA-Werte in diesen Gruppierungen zeigen die folgenden Diagramme.





Aussage:

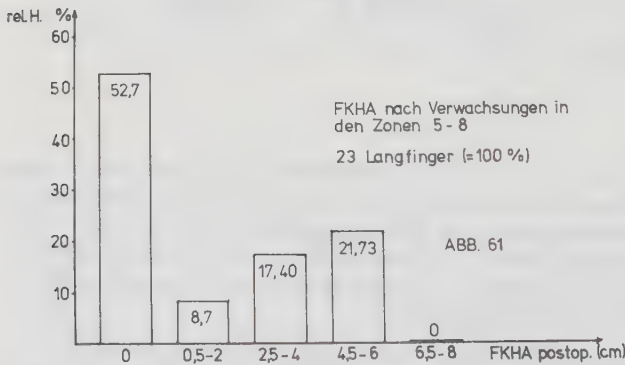
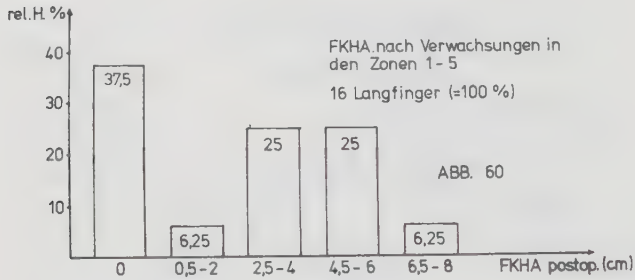
1. Der Unterschied zwischen distal und proximal tritt bei der getroffenen Gruppierung der Verwachsungen vor allem in den relativen Anteilen der unzureichenden bis schlechten Ergebnisse hervor.
In den proximalen Zonen 6 u. 7 ist der Anteil der Ergebnisse mit FKHA über 4,5 cm mehr als doppelt so groß wie in den distalen Zonen 1 bis 5.
2. Die Gesamtheit der sehr guten bis guten Ergebnisse mit FKHA 0 - 2 cm ist in allen 3 Gruppen mit Anteilen zwischen 50 und 60 % etwa gleich.
Es überrascht jedoch der in den proximalen Zonen 6 u. 7 mit 44,6 % relativ höchste Anteil (von allen Gruppen) an sehr guten Ergebnissen. Diese widersprüchliche Differenz zwischen distal und proximal verschwindet jedoch, wenn man nur die Ergebnisse nach rein distalen Verwachsungen in den Zonen 1 u. 2 (ohne Zone 5) mit den Ergebnissen aus den Zonen 6 u. 7 vergleicht.
Die Anteile der sehr guten Ergebnisse sind dann in beiden Gruppen gleich (jeweils ca. 44 % siehe oben).

15.2.4.2. Extensoren

Hier wurden die Ergebnisse aus 2 Lokalisationsgruppen verglichen.

1. Gruppe: Ergebnisse nach Verwachsungen i.d. Zonen 1 - 5
(Fingerbereich)
2. Gruppe: Ergebnisse n. Verw. i.d. Zonen 5 - 8
(Handgelenk und Handrücken)

Neben den postoperativen FKHA-Werten kamen auch die Extensionsdefizite beider Gruppen zum Vergleich.

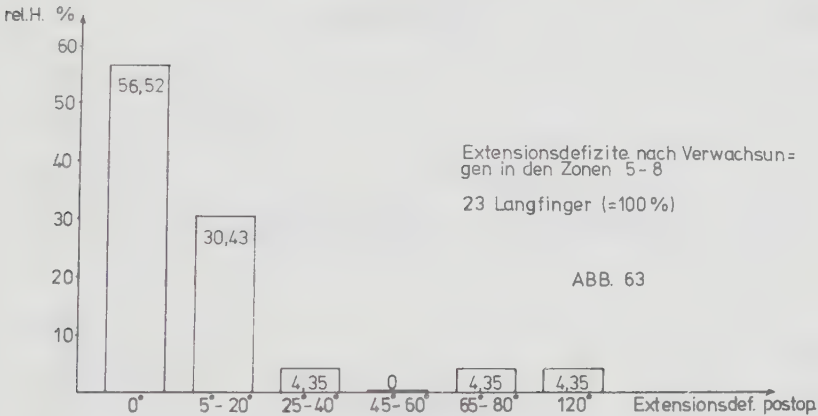
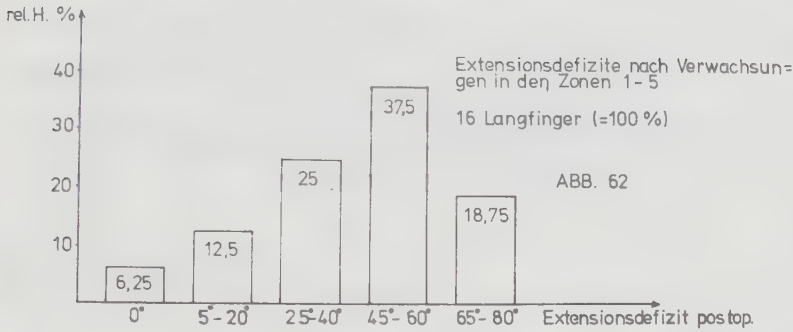


Aussage:

Die Tendolysenergebnisse nach Verwachsungen im Fingerbereich (Zone 1 - 5) sind schlechter, als nach Verwachsungen an Handrücken und Handgelenk.

Dies zeigt sich sowohl beim Vergleich der sehr guten Ergebnisse beider Gruppen (37,5:52,7 %), als auch beim Vergleich der schlechten Ergebnisse mit einem FKHA üb. 4,5 cm (ca. 31:22 %).

Extensionsdefizite postoperativ:



Aussage:

Der Vergleich der Extensionsdefizite beider Gruppen unterstützt deutlich die obige Aussage.

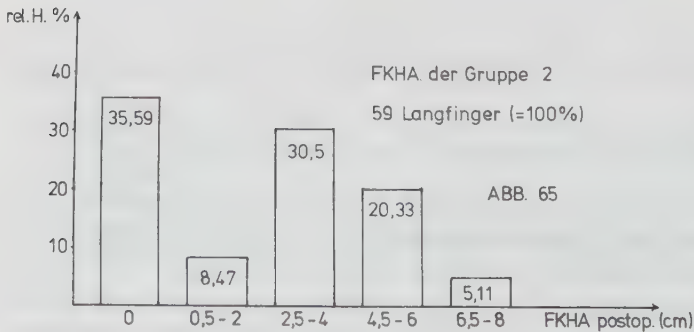
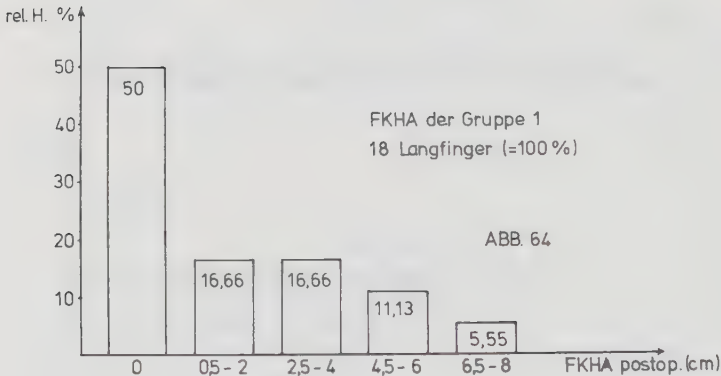
1. Nach Verwachsungen am Finger erreichen weniger als 10 % der Finger die volle Streckung. Weit mehr als die Hälfte der Finger verbleibt mit einem Extensionsdefizit von über 45 Grad.
2. Nach Verwachsungen an Handrücken und Handgelenk erreichen weit über die Hälfte der Finger die volle Streckung, etwa 1/3 der Finger verbleibt mit einem Streckdefizit von 5 bis 20 Grad. Extensionsdefizite von über 45 Grad bleiben unter einer Häufigkeit von 10 %.

15.2.5. Einfluß der Begleitverletzungen auf das Ergebnis der Tendolyse

15.2.5.1. Flexoren

Es wurden 2 Gruppen gebildet und ihre Ergebnisse verglichen.

1. Gruppe: Reine Sehnenverletzungen + Sehnenverletzungen mit begleitenden Knochenfrakturen (5 Finger)
2. Gruppe: Sehnenverletzungen mit begleitenden Nervenverletzungen (Digitalnerven, N.med., N.uln.)



Aussage der Graphiken:

1. In der Gruppe 1 (ohne Nervenverletzungen) geraten weit mehr als die Hälfte der Finger (66 %) in einen sehr guten bis guten FKHA-Bereich (0 - 2 cm).

In der Gruppe 2 (mit Nervenverletzungen) beträgt der Anteil dieser Ergebnisse nur noch 44 %.

2. Ebenso deutlich ist der Unterschied beim Vergleich der Anteile an sehr guten Ergebnissen (FKHA=0): 50 % in Gruppe 1 und ca. 36 % in Gruppe 2.
3. Bei den unzureichenden bis schlechten Ergebnissen sind die Unterschiede weniger deutlich, dennoch schneidet die Gruppe 1 immer noch besser ab, als Gruppe 2: ca. 17 zu 25 %.

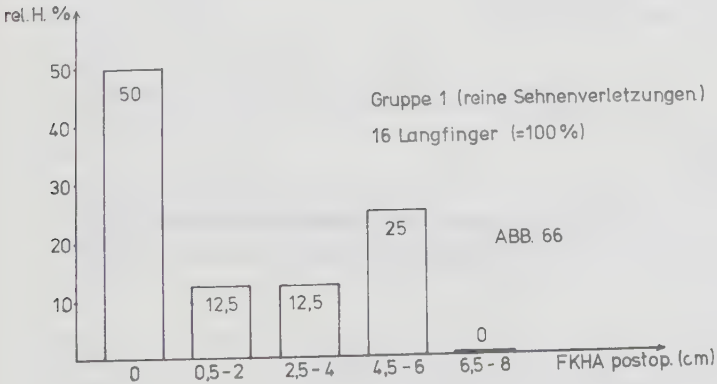
15.2.5.2. Extensoren

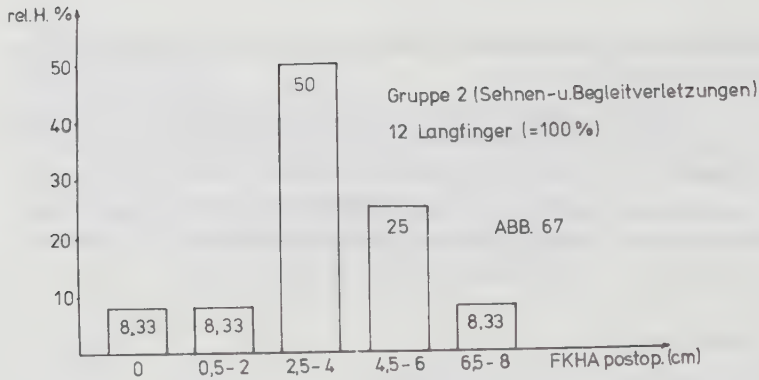
Hier wurden ebenfalls 2 Gruppen gebildet.

1. Gruppe: Reine Sehnenverletzungen
2. Gruppe: Sehnenverletzungen mit Knochenfrakturen u./o. Gelenkverletzungen

Postoperative FKHA-Werte und Extensionsdefizite beider Gruppen wurden miteinander verglichen.

Postoperative FKHA-Werte:

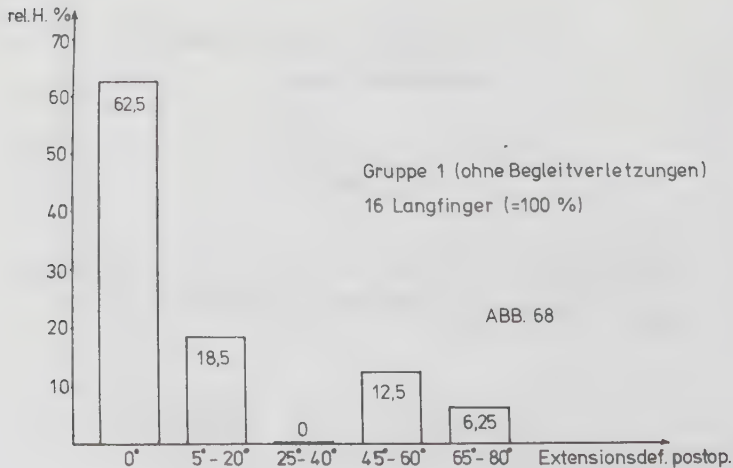


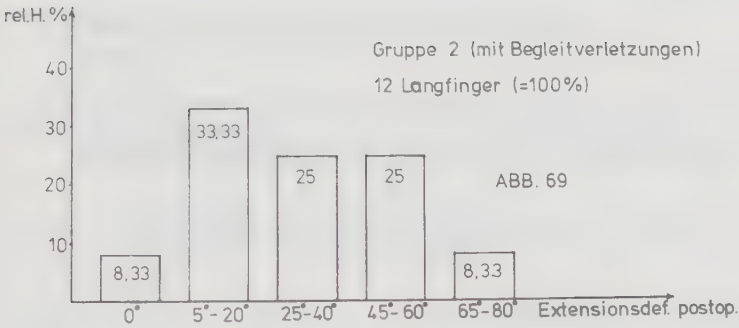


Aussage:

1. In der Gruppe ohne Begleitverletzungen gelangen 50 % der Finger zum FKHA = 0.
60 % der Finger erreichen den sehr guten bis guten FKHA-Bereich.
25 % der Finger verbleibt mit einem FKHA von über 4,5 cm.
2. In der Gruppe mit Begleitverletzungen gelangen nicht einmal 20 % der Finger in den funktionellen FKHA-Bereich.
Etwa 33 % verbleiben mit FKHA von über 4,5 cm.
Das Maximum der Finger (50 %) liegt im FKHA-Bereich 2,5 - 4 cm.

Postoperative Extensionsdefizite:





Aussage:

Bei den Extensionsdefiziten zeigen sich dieselben Tendenzen wie bei den FKHA-Werten.

1. Gruppe ohne Begleitverletzungen:

Volle Streckung erreichen 62,5 % der Finger

Extensionsdefizit über 45 Grad bei unter 20 % der Finger

2. Gruppe mit Begleitverletzungen:

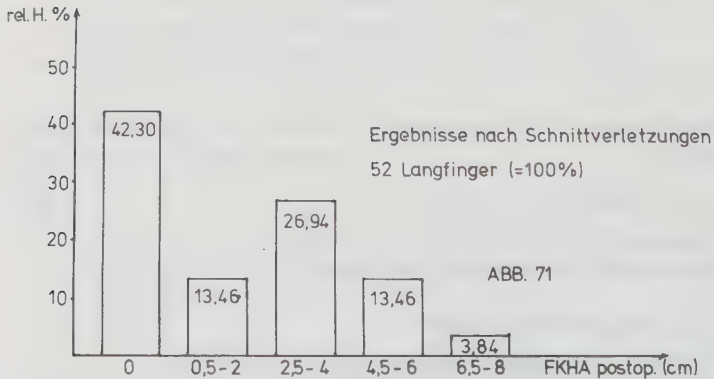
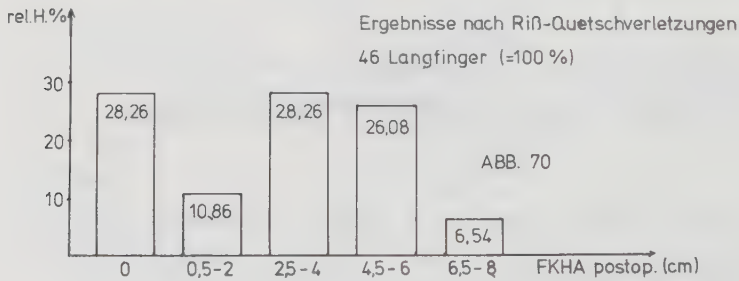
Volle Streckung erreichen weniger als 10 % der Finger

Extensionsdefizit bei über 30 % der Finger

15.2.6. Einfluß der Art der Verletzung (Riß-Quetschverl./Schnittverl.)
auf das Ergebnis der Tendolyse

Die Frage wurde nur bei den Flexoren behandelt, da bei den Extensoren die Gruppen zu klein waren.

Die folgenden Graphiken zeigen die Verteilungen der postoperativen FKHA-Werte bei den Riß-Quetschverletzungen und den Schnittverletzungen:



Aussage:

1. Die Ergebnisse der Tendolysen nach Riß-Quetschverl. sind schlechter als nach Schnittverletzungen.

Dies zeigt sich sowohl beim Vergleich der sehr guten Ergebnisse mit FKHA = 0 als auch beim Vergleich der Gesamtanteile mit FKHA 0 - 2 cm.

RQ-Verl.: FKHA = 0 ca. 28 % FKHA 0 - 2 cm ca. 39 %

Schnittv.: FKHA = 0 ca. 42 % FKHA 0 - 2 cm ca. 56 %

2. Deutliche Unterschiede zugunsten der Schnittverletzungen bestehen auch bei den unzureichenden bis schlechten Ergebnissen:

RQ-Verl.: FKHA über 4,5 cm ca. 33 %

Schnittv.: FKHA über 4,5 cm ca. 17 %

Das heißt, bei den RQ-Verletzungen verbleiben postoperativ annähernd doppelt so viel Finger mit einem FKHA von über 4,5 cm als bei den Schnittverletzungen.

15.2.7. Einfluß einer Immobilisationsphase nach der Tendolyse auf deren Ergebnis.

Da nahezu 50 % der die Tendolyse begleitenden Eingriffe eine postoperative Immobilisationsphase benötigten, lag es nahe, zu untersuchen, inwieweit sich verschiedene Immobilisationszeiten im Ergebnis niederschlagen.

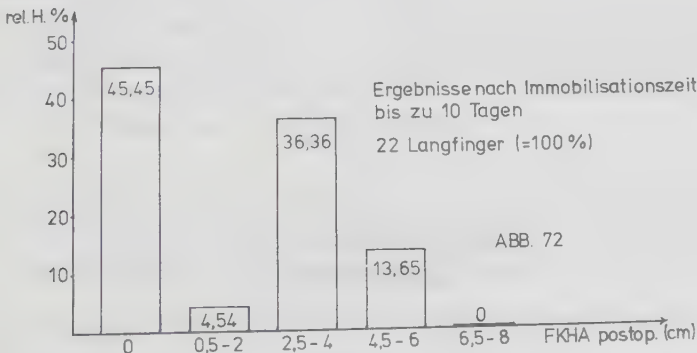
Die Frage wurde aus den schon bekannten Gründen wiederum nur bei den Flexoren behandelt.

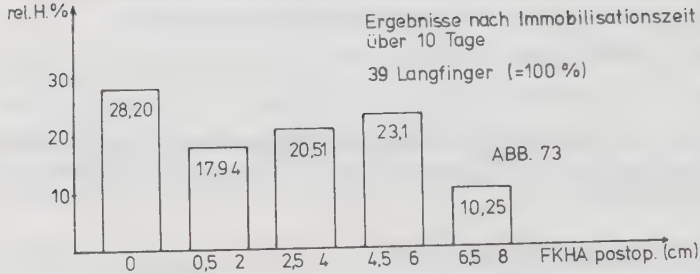
Die Fälle mit postoperativer Immobilisationsphase wurden in 2 Gruppen eingeteilt:

1. Gruppe ---> Immobilisationszeit bis 10 Tage

2. Gruppe ---> Immobilisationszeit über 10 Tage

Die folgenden Diagramme zeigen die Verteilungen der postoperativen FKHA-Werte.

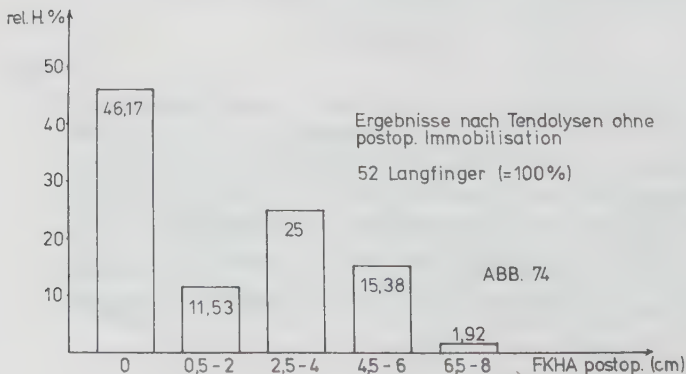


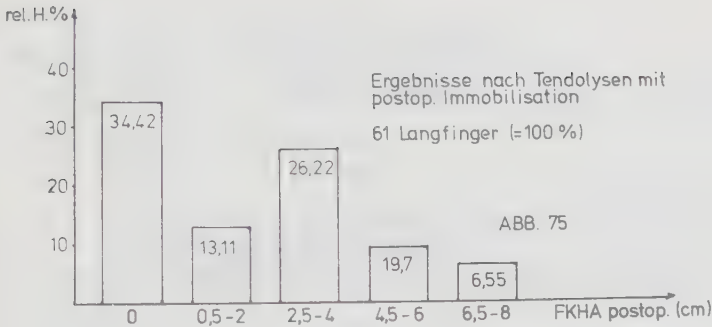


Aussage:

1. Es bestehen deutliche Unterschiede bei den Anteilen an sehr guten Ergebnissen:
Bei einer Ruhigstellung bis max. 10 Tagen erreichen ca. 45 % der Finger den FKHA = 0.
Bei längerdauernder Immobilisation nur noch ca. 28 %.
2. Die Gesamtanteile an sehr guten bis guten Ergebnissen (FKHA 0 - 2 cm) sind in beiden Gruppen mit 50 und 46 % etwa gleich.
3. Deutliche Unterschiede bestehen wiederum bei den unzureichenden bis schlechten Ergebnissen: Nach längerer als 10tägiger Immobilisation sind diese mehr als doppelt so häufig als nach kürzerer Immobilisation (14:33 %).

Zur Ergänzung wurden noch die Ergebnisse sämtlicher Beugesehnen-tendolysen ohne postoperative Immobilisation mit den Gesamtergebnissen der Tendolysen mit postoperativer Immobilisation verglichen. Siehe Diagramme.





Aussage:

1. In der Gruppe ohne Immobilisation finden sich ca. 12 % mehr sehr gute Ergebnisse als in der Immobilisationsgruppe.
Der Gesamtanteil an sehr guten bis guten Ergebnissen ist in der erstgenannten Gruppe ebenfalls etwa 10 % größer als in der 2. Gruppe.
2. Der Anteil der unzureichenden bis schlechten Ergebnisse ist in der Immobilisationsgruppe ca. 10 % größer als in der nicht immobilisierten Gruppe.

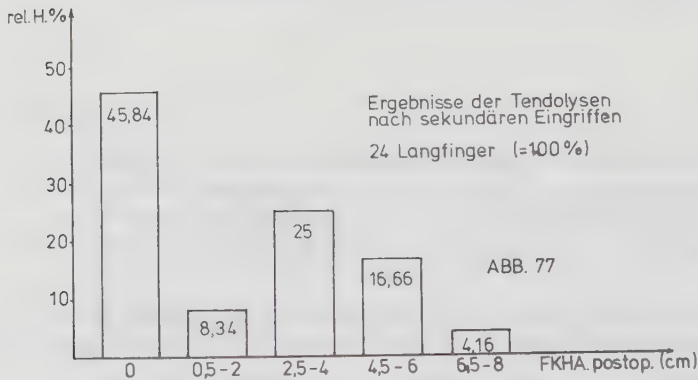
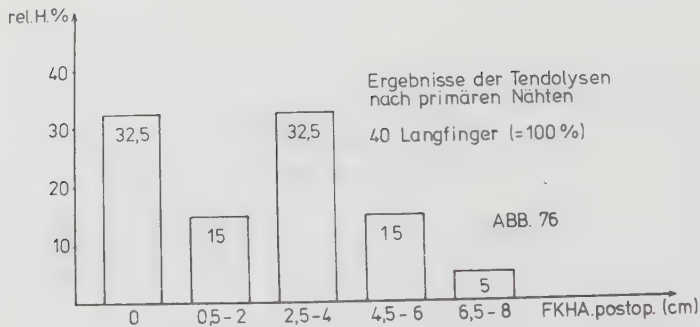
15.2.8. Einfluß des Zeitpunktes der Sehnenreparatur (primär/sekundär) auf das Ergebnis der Tendolyse

15.2.8.1. Flexoren

Die Diskussion um Vor- und Nachteile der primären bzw. sekundären Sehnenwiederherstellung könnte um einen Gesichtspunkt erweitert werden, wenn sich ein Einfluß des Zeitpunktes der Sehnenreparatur auf das Ergebnis der Tendolyse nachweisen ließe.

Zu diesem Zweck wurden im folgenden die Tendolysenergebnisse nach primären Nähten mit den Ergebnissen nach sekundären Eingriffen (sek-Naht, Transplantat) verglichen.

Die Häufigkeitsverteilung der postop. FKHA-Werte in beiden Gruppen zeigen die folgenden Diagramme.



Aussage:

1. Deutliche Unterschiede zwischen primären und sekundären Eingriffen zeigen sich bei den Anteilen an sehr guten Ergebnissen mit FKHA = 0.
Nach prim. Naht 32,5 % der Finger
Nach sek. Eingr. 45,8 % der Finger
2. Ein weniger charakteristischer Unterschied zugunsten der sekundären Eingriffe besteht im Vergleich der Gesamtanteile von sehr guten bis guten Ergebnissen mit FKHA 0 - 2 cm.
Nach prim. Naht 47,5 % der Finger
Nach sek. Eingr. 54,2 % der Finger
3. Die Häufigkeit der unzureichenden bis schlechten Ergebnisse (FKHA über 4,5 cm) ist in beiden Gruppen fast gleich (ca. 20 %).

15.2.8.2. Extensoren

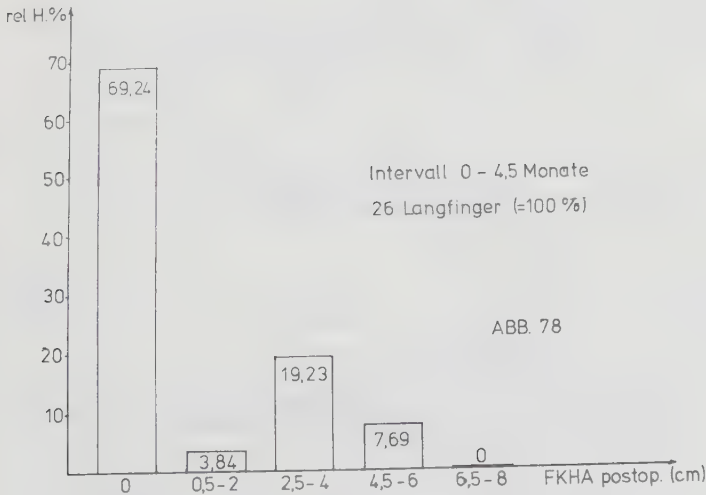
Die Extensoren wurden zum überwiegenden Teil primär versorgt. Die Gruppe der sekundär versorgten Sehnen ist zu klein (5 Finger), um einen sinnvollen Vergleich zu ermöglichen.

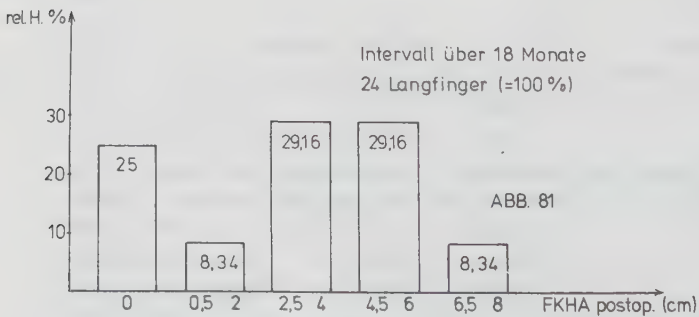
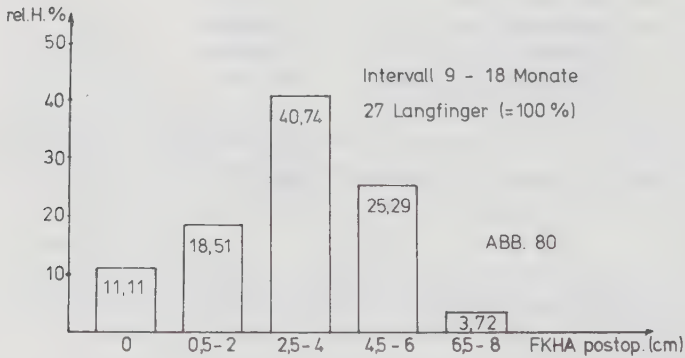
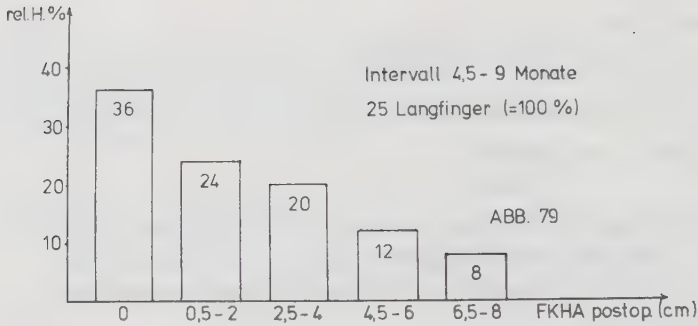
15.2.9. Einfluß des Zeitraumes zwischen vorhergegangennem Eingriff und Tendolyse auf das Ergebnis

Die Frage wurde nur bei den Beugern behandelt. Dabei wurden die Zeiträume folgendermaßen gruppiert:

1. Gruppe ---> Zeitraum von 0 - 4,5 Monate
2. Gruppe ---> Zeitraum von 4,5 - 9 Monate
3. Gruppe ---> Zeitraum von 9 - 18 Monate
4. Gruppe ---> Zeitraum von über 18 Monate

In jeder der Gruppen wurde die Verteilung der postoperativen FKHA-Werte ermittelt und in den folgenden Diagrammen dargestellt.





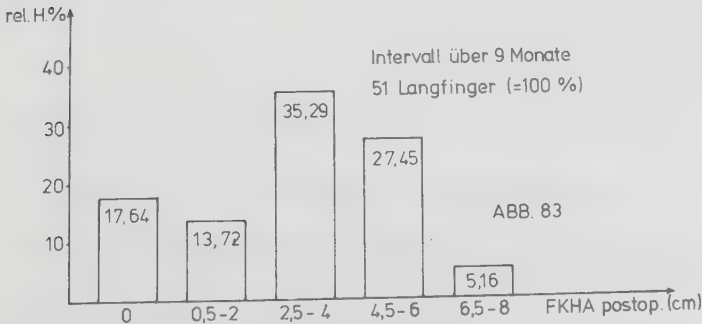
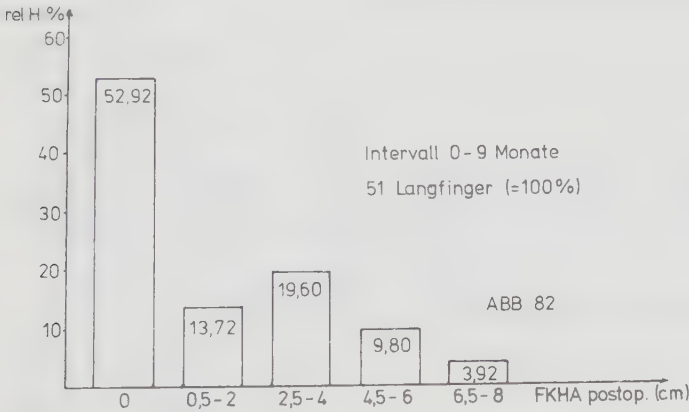
Aussage:

1. Der Anteil der sehr guten Ergebnisse nimmt mit wachsendem Zeitintervall sehr deutlich ab.

Bis zu 4,5 Monaten beträgt er noch ca. 70 %, bei größeren Intervallen bewegt er sich nur noch zwischen 36 und 11 %.

2. Bis zu einem Intervall von 9 Monaten erreichen 60 bis 70 % der Finger sehr gute bis gute Ergebnisse (FKHA 0 - 2).
Bei größeren Intervallen geraten nur noch maximal 33 % der Finger in diesen Bereich.
3. Der Anteil der unzureichenden bis schlechten Ergebnisse steigt stetig mit zunehmendem Zeitintervall (7,7:20:30:37,5 %).
4. Die Prognose der Tendolyse hängt ab vom Zeitintervall zwischen vorhergegangenem Eingriff und der Tendolyse.

Faßt man jeweils die ersten und die letzten beiden Gruppen zusammen und ermittelt wieder die Häufigkeitsverteilungen, so erhält man folgende Diagramme:



Aussage:

1. Bei Intervallen bis zu 9 Monaten erreichen 53 % der Finger den FKHA = 0.
Bei größeren Intervallen beträgt dieser Anteil nur noch 18 %.
2. Bei Intervallen bis zu 9 Monaten erreichen etwa 2/3 der Finger den sehr guten bis guten funktionellen FKHA-Bereich von 0 - 2 cm.
Ab größeren Intervallen sind es nur noch etwa 1/3 der Finger.
3. Bei Intervallen über 9 Monaten verbleiben mehr als doppelt so viel Finger mit einem FKHA von über 4,5 cm als bei kleineren Intervallen.

16. DISKUSSION

16.1. Krankengut

16.1.1. Inhomogenität

Die Auswertung des Krankengutes gestaltete sich oft schwierig auf Grund seiner Inhomogenität. Die Tendolyse stellt letztlich einen Sammelpunkt dar, für eine Vielzahl von verschiedensten Fällen mit unterschiedlicher Pathogenese, die sich lediglich durch einen gemeinsamen Nenner auszeichnen: die funktionsbeeinträchtigende Sehnenverwachsung.

Besonders krass äußerte sich die weite Fächerung unseres Krankengutes in folgenden Punkten:

- Genese der Verwachsungen (traumatisch/nichttraumatisch)
- Schwere der Verwachsungen
- Art und Lokalisation der Sehnenverletzung (Beuge-/Strecksehne, Langfinger/Daumen, einfach/multipel, Riß-Quetschverletzung/Schnittverletzung, offene/geschlossene Verletzung, distal/proximal).
- Begleitverletzungen (Nerven, Knochen)
- Vorhergehende Eingriffe (primär/sekundär, Naht/Transplantat)

16.1.2. Vorhergehende Selektion

Ungeachtet seiner Inhomogenität unterlag des Krankengut einer Selektion, denn es setzte sich in der Regel aus dem Anteil der unbefriedigenden Fälle eines großen handchirurgisch behandelten Patientenkollektives zusammen. Dabei muß man sich jedoch über die Existenz zweier Dunkelziffern im klaren sein:

1. Die Zahl der nicht erfaßten Verwachsungsfälle
2. Die Größe des Gesamtkollektives der Sehnenversorgungen, das heißt, die Basis, aus der sich die Verwachsungsfälle rekrutieren.

Es wäre wichtig, beide Größen wenigstens angenähert zu erhalten, denn damit ließen sich genauere Erfolgs- bzw. Mißerfolgsquoten der verschie-

denen handchirurgischen Op-methoden gewinnen.

Dieses Problem ist vermutlich nur durch epidemiologische Untersuchungen lösbar (z.B. größeres Gebiet und BG-Fälle).

16.2. Methodik

16.2.1. Lücken in der Krankengeschichte

Eine zusätzliche Erschwernis für die Auswertung waren Lücken in den Daten der Krankengeschichten und verlorengegangene Befunde. So fehlten insbesondere häufig:

- Angaben zur vorhergehenden Behandlung bei Patienten, die auswärts vorbehandelt worden waren.
- Angaben zur Schwere und Art der Verwachsung (12 Fälle von 79)
- Praeoperative FKHA-Meßwerte, dadurch waren nur in ca. 50 % der Fälle Angaben über den Bewegungszuwachs nach der Tendolyse möglich.
- Angaben über Fortschritt und Stillstand der Nachbehandlung und über den Zeitpunkt der erneuten Verwachsung.

16.2.2. Größe und Aussagekraft der Gruppen

Bedingt durch die Inhomogenität des Krankengutes ließen sich - besonders bei den Extensoren und Daumen - oft nur kleine und nicht mehr teilbare Gruppen mit geringer Aussagekraft bilden. Das hatte zur Folge, daß manche Fragen, die diese Gruppen betrafen, nur in Form einer Tendenzangabe beantwortet werden konnten.

Andererseits wurden, wo dies möglich schien, öfters Gruppen im Interesse einer größeren Aussagekraft zusammengefaßt, die Aussagen selbst wurden dadurch jedoch zwangsläufig summarischer und undifferenzierter.

16.2.3. Bewertung der Ergebnisse

Die Bewertung der Ergebnisse der Tendolyse ist grundsätzlich auf drei

Ebenen möglich:

1. auf einer rein mechanischen Ebene, wie dies bei der Anwendung der FKHA-Messung geschieht, wobei die Meßergebnisse in numerischen Werten ausgedrückt werden.
2. Auf einer funktionell-anatomischen Ebene, bei der die Fähigkeiten der betroffenen Hand, bestimmte Greifformen auszuführen, bzw. der Ausfall gewisser Funktionen mit den Normfunktionen der gesunden Hand verglichen werden (Ansätze dazu bei ISELIN, TITZE siehe 12.1.3. und 12.1.5.).
3. Auf einer individuell-persönlichen Basis, die sich an den speziellen Bedürfnissen des Patienten in den verschiedenen Lebensbereichen und der Gebrauchsfähigkeit seiner Hand orientiert, wobei die Relation zwischen Fähigkeiten und Bedürfnissen bewertet wird (GREULICH (15)).

Jede der drei Alternativen gestattet eine unterschiedliche Aussage über das Ergebnis und je nachdem, unter welchem Aspekt man das Ergebnis betrachtet, wird man eine dieser Bewertungsmöglichkeiten wählen.

Im vorliegenden Krankengut wurde vor allem der rein mechanisch ermittelte FKHA als Bewertungsgrundlage angewendet, denn er bietet einige Vorteile:

1. Er ist klinisch leicht und schnell zu ermitteln
2. Er stellt einen anschaulichen Wert dar
3. Er ist allgemein eingeführt
4. Die Ergebnisse sind damit leicht vergleichbar mit denen aus anderen Abteilungen
5. Er gestattet eine gute Aussage über die aktive Beweglichkeit des Fingers und bietet eine schnelle Information über den diesbezüglichen Erfolg der Sehnenoperation

Im Gegensatz dazu ist eine Bewertung nach einer der zwei anderen Alternativen relativ umständlich und die ermittelten Ergebnisse lassen sich nicht direkt mit numerischen Werten von anderen Abteilungen vergleichen.

Dennoch sollte der FKHA in seiner Aussagekraft nicht überschätzt werden.

Denn

1. gestattet er nur eine unvollständige Aussage über die Gesamtfunk-

tion des Fingers (Kraft, Griffe, Sensibilität werden nicht berücksichtigt);

2. kann die Bewertung des FKHA durch unterschiedliche Fingerlängen verfälscht werden (z.B. Unterschied zw. D3 und D5 oder Erwachsenen und Kind - beim Kind ist ein FKHA von beispielsweise 3 cm schwerwiegender als beim Erwachsenen (GREULICH(15)));
3. ist eine unterschiedliche Messung möglich:
 - FKHA zur Hohlhandfalte
 - FKHA zur Hohlhandfläche.Hier muß genau definiert werden.
Wir halten uns an die internationale Terminology for Surgery of the Hand 1970.
4. Bei Mehrfachverletzungen ermöglicht er keine einheitliche Bewertung der Hand.
5. Ist das für die normalen Greiffunktionen der Hand benötigte Bewegungsausmaß von Finger zu Finger verschieden - das heißt, ein und derselbe FKHA braucht sich bei verschiedenen Fingern (derselben Hand) durchaus nicht gleich schwerwiegend auszuwirken.

16.2.4. Willkürlicher Schwellenwert 1 inch

Der FKHA 1 inch (2,5 cm) ist ein mehr aus praktischen als aus funktionellen Gründen gewählter Wert. Er gibt zwar einen Bereich an, innerhalb dessen im allgemeinen noch eine gute bis brauchbare Funktion des Fingers möglich ist, dennoch sollte er deswegen nicht mit einer biologischen Normgröße gleichgesetzt werden.

16.3. Verwachsungen

16.3.1. Unterschiedliche Verwachsungsneigung in Abhängigkeit von der Lokalisation

Eine objektive Aussage über die unterschiedlich große Verwachsungsneigung der Sehnen in den einzelnen Zonen ist erst dann möglich, wenn man die Verwachsungshäufigkeit pro Zone (innerhalb des Tendolysenkollektives) mit der Verletzungshäufigkeit pro Zone (innerhalb eines grossen Gesamtkollektives von Sehnenverletzungen) vergleicht.

Zahlen über die Verletzungshäufigkeiten pro Zone, die unser gesamtes Einzugsgebiet betreffen, liegen uns bisher nicht vor. Wir greifen daher auf Angaben KELLY's (26) zurück, die dieser bei einem relativ großen Kollektiv von 382 offenen Beugesehnenverletzungen bzw. 370 offenen Strecksehnenverletzungen ermittelt hat. Wir glauben, daß diese relativen Häufigkeiten zumindest größenordnungsmäßig mit unseren übereinstimmen würden.

16.3.1.1. Verwachsungsneigung der Beugesehnen am Handgelenk und in den Zonen 1 und 2.

KELLY (26) nennt bei den Beugern folgende relative Verletzungshäufigkeiten pro Handbereich:

Carpaltunnel	9 %	
Hohlhand (Zone 5)	7 %	382 Verletzungen = 100 %
Finger (Zone 1+2)	84 %	

Demnach überwiegen bei weitem die Verletzungen im Fingerbereich. Das Maximum der Verwachsungen in unserem Tendolysenkollektiv liegt bei den Beugern jedoch in den proximalen Zonen 6 u. 7.

Daraus läßt sich für die proximalen Zonen 6 u. 7 eine sehr viel höhere Verwachsungsneigung folgern, als für die distalen Zonen 1 u. 2.

Dies widerspricht den Literaturangaben (ISELIN, VERDAN u.a.), in denen die Fingerzonen 1 und 2 als absolute Gefahrenbereiche angesehen werden.

16.3.1.2. Extensoren

Bei den Extensoren liegt in KELLY's Kollektiv das Maximum der Verletzungen mit 54 % ebenfalls im Fingerbereich, 13 % auf dem Handrücken und 26 % im Handgelenksbereich. Diese Zahlen decken sich in den Größenordnungen mit den von uns ermittelten Verwachsungshäufigkeiten (siehe 13.3.2.: Fingerbereich 68,3 %, Handrücken 15,9 %, Handgelenk und Unterarm 15,8 %).

Man kann daher nach unseren Ergebnissen von einer annähernd gleichmäßigen Verwachsungsneigung in allen Zonen bei den Extensoren ausgehen.

16.3.2. Häufung, Schwere und Ausdehnung der Verwachsungen in den Zonen 6 und 7 im Hinblick auf Begleitverletzungen bzw. Mehrfachverletzungen

Wie gezeigt werden konnte, häufen sich bei den Beugern die ausgedehnten und schweren Verwachsungen in den Zonen 6 u. 7. Aus der Tatsache, daß 14 von 19 Verwachsungen in diesen Zonen auf multiple Sehnenverletzungen mit begleitenden Nervenverletzungen zurückzuführen waren, wird allerdings ersichtlich, daß die traumatisch bedingten Sehnenverwachsungen in diesem Bereich fast regelmäßig im Zusammenhang mit den Begleitverletzungen gesehen werden müssen.

Da wir keine Kontrollgruppe von Sehnenverletzungen in Zone 6 + 7 ohne Begleitverletzungen besaßen, war es uns auch nicht möglich, deren Einfluß auf die Schwere und Ausdehnung der Verwachsungen und auf die Prognose der Tendolyse (siehe dort) in einzelnen abzugrenzen.

Bei der Betrachtung sowohl der Verwachsungen als auch der Tendolysenergebnisse in Beziehung zur Lokalisation gehen in den Zonen 6 und 7 also immer die beiden nicht zu isolierenden Faktoren "Mehrfachverletzungen" und "Nervenverletzungen" mit ein.

16.3.3. Ungünstige Gruppeneinteilung bei der Frage nach dem Einfluß der Begleitverletzungen auf die Schwere der Verwachsungen

Bei den Beugern erscheint die getroffene Gruppeneinteilung (siehe 15.1.5.) nicht besonders vorteilhaft. Folgende Gruppierung hätte - größere Gruppen vorausgesetzt - differenziertere Aussagen ermöglicht:

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Reine Sehnenverletzungen | (bei uns 12 Fälle) |
| 2. Sehnenverletzungen + Frakturen | (bei uns 4 Fälle) |
| 3. Sehnenverl. + Digitalnervenverl. | (bei uns 5 Fälle) |
| 4. Sehnenv. + N.Med. + N.Uln. verletzt | (bei uns 11 Fälle) |

Wie schon aus den genannten Fallzahlen ersichtlich ist, ließ sich diese Einteilung jedoch nicht durchführen, wegen der Kleinheit der 2. und 3. Gruppe. Diese beiden Gruppen wurden daher im Interesse einer aussagefähigen Gruppengröße mit den beiden restlichen Gruppen zusammengefaßt.

Dies schien uns möglich, da sich die beiden kleinen Gruppen in der Verteilung der Schweregrade der Verwachsungen tendenziell ähnlich verhielten wie die beiden großen Gruppen. Die unter 15.1.5.1. ermittelte Verteilung der Schweregrade unterscheidet sich daher kaum von jener, die man erhielte, wenn man die reinen Sehnenverletzungen (1. Gruppe) mit den Sehnenverletzungen +Med./Uln.-Schädigung (4. Gruppe) vergleicht.

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß sich die Zahl der pro Fall verletzten Sehnen in unseren Gruppen stark unterscheidet. In der Gruppe 2 unseres Diagrammes überwiegen bei weitem die multiplen Sehnenverletzungen (meist Zone 6+7) mit mindestens 2 verletzten Sehnen - die Mehrheit der Verletzungen betraf jedoch alle Beugesehnen. In der 1. Gruppe befinden sich hingegen zum größten Teil Einfachverletzungen, maximal wurden 2 Sehnen betroffen.

In Wirklichkeit wurden also auch hier (siehe 16.3.2.) nicht nur die Verwachsungen nach Fällen mit bzw. ohne Nervenverletzungen verglichen, sondern auch die Sehnen-Einfach- mit den Sehnen-Mehrfachverletzungen.

Die unter 15.1.5.1. gemachte Aussage bleibt daher relativ summarisch.

16.3.3.1. Extensoren

Der deutliche Unterschied der Verwachsungsschwere nach reinen Sehnenverletzungen (7 Leicht, 1 Schwer) bzw. Sehnenverletzungen mit Knochenfrakturen (1 Leicht, 3 Mittel, 3 Schwer) bei den Extensoren (siehe 15.1.5.2.) verdeutlicht die Rolle des Paratenons.

Bei den Extensoren, wo letzteres nur in geringem Ausmaß vorhanden ist und die Sehne fast unmittelbar auf dem Knochen aufliegt, bilden zusätzliche Frakturen einen deutlich größeren Anreiz zu schweren Verwachsungen als bei den Beugern, wo das Paratenon stärker ausgebildet ist. (Bei den Flexoren: Sehnenverletzungen mit Frakturen 3 Leichte, 1 Schwere Verwachsung.)

16.3.4. Eventuelle Konsequenzen für die Operationstechnik bei Tendolysen in den Zonen 6 und 7

Die erhöhte Verwachsungsneigung und -schwere in den genannten Zonen legen es nahe, bei Tendolysen von schweren Verwachsungen aller Sehnen in diesem Bereich, die Unabhängigkeit der einzelnen Sehnen von D3 - D5 aufzugeben und diese Sehnen nach einem Vorschlag von ISELIN (22) en bloc zu lösen. Dadurch wird die bei einer Separierung der Einzelsehnen entstehende große Wundfläche vermieden und der erneute Verwachsungsreiz geringer gehalten. Die mangelnde Unabhängigkeit der Einzelsehnen von D3, D4 und D5 könnte hierbei durch eine verbesserte gemeinsame Beweglichkeit dieser Finger aufgehoben werden. Dies käme vor allem den Grobgriffen zugute, die sowohl Kraft als auch eine gute Beugefähigkeit bei D3, D4 und D5 erfordern.

Für D1 und D2 muß allerdings die unabhängige Beweglichkeit angestrebt werden wegen ihrer Bedeutung für die feinen Greiffornen.

16.4. Voraussetzungen und Indikationen der Tendolyse

16.4.1. Fragliche Voraussetzungen

Folgende der von VERDAN (59) (und teilweise auch von FETROW (10)) geforderten Grundvoraussetzungen lassen sich als Kriterien für die praeoperative Entscheidung pro oder contra Tendolyse nicht verwerten bzw. schränken deren Indikationsbreite zu eng ein:

- Normales + regelmäßiges Sehnenkaliber
- Geschmeidiges und narbenfreies Gewebe um die befreite Sehne herum
- Erhaltene oder wiederhergestellte Sensibilität

Zwar bringt die strenge Selektion nach den genannten Kriterien eine Population mit möglicherweise sehr guter Prognose hervor, doch erweist sich eine derartige Indikationseinschränkung als kaum praktikabel

und auch nicht als empfehlenswert.

Denn

1. ist meist erst an Hand des intraoperativen Befundes eine Aussage möglich über den Zustand von Sehne und Sehnenkaliber.
2. sind gewisse Voraussetzungen, wie z.B. Narbenfreiheit, schon von der Natur der Sache her nicht zu erwarten.
3. Lassen sich auch bei Fällen, die einige der geforderten Voraussetzungen nicht erfüllen, durchaus noch funktionell gute Ergebnisse erzielen, wenn auch in geringerem Prozentsatz. Dies zeigen z.B. die Resultate der Patienten mit Nervendurchtrennungen, bei denen keineswegs, wie von VERDAN gefordert, die Sensibilität wiederhergestellt war. Die primäre Voraussetzung für den Gebrauch eines Fingers ist dessen Beweglichkeit, nicht die Sensibilität.

Außerdem stellen die einzelnen Finger bei den verschiedenen Greifformen unterschiedliche Anforderungen an die Sensibilität.

16.4.2. Individuelle Indikationsstellung

Die Indikationsstellung der Tendolyse sollte auch von den individuellen Bedürfnissen und Fähigkeiten und von der Persönlichkeit des Betroffenen ausgehen, da sich ein bestimmtes Beweglichkeitsdefizit nicht bei jedem Patienten gleich schwerwiegend auswirkt und auch nicht gleich schwerwiegend empfunden wird.

Folgende Überlegungen könnten zur Indikationsabgrenzung im individuellen Fall dienen:

- Welche Tätigkeiten kann der Patient nicht mehr ausführen?
 - a) im Beruf
 - b) im Privatleben
- Welche Ausfälle belasten den Patienten besonders schwer in speziellen für ihn wichtigen Lebensbereichen?
z.B. Beruf, Alltag, Liebhabereien (Musikinstrumente)
- Welche Greifformen kann die Tendolyse wiederherstellen?
- Welche Ersatzgreifformen kann sie ermöglichen?
- Welche Kompensationsmöglichkeiten benutzt der Patient?
 - a) Trickbewegungen
 - b) Hilfsmittel
 - c) Ersatzgreifformen
 - d) Einsatz der anderen Hand

- Welche Kompensationsmöglichkeiten hat er noch nicht genutzt?
- Welche prognostisch ungünstigen Faktoren für die Tendolyse liegen beim Patienten vor?

16.4.3. Indikation des Zeitpunktes der Tendolyse

Die unter 15.2.9. aufgeführten Ergebnisse lassen es ratsam erscheinen, die Tendolyse bei den Beugesehenen

1. möglichst früh
2. wenn irgend möglich jedoch noch innerhalb von 9 Monaten nach dem vorhergegangenen Eingriff durchzuführen.

Dies steht im Widerspruch zu ISELIN (22), der die Auffassung vertritt, zwischen Zeitpunkt und Ergebnis der Tendolyse bestehe kein Zusammenhang.

Wie bereits erwähnt, lassen sich die Literaturangaben zu dem empfohlenen Intervall zwischen Sehnenwiederherstellung und Tendolyse folgendermaßen zusammenfassen:

Nach primärer Naht mindestens	3 Monate
Nach sek. Transplantat mind.	6 Monate

Zwar bilden in unserem Kollektiv die Ergebnisse nach primären Nähten und Transplantationen nur einen Teil des Gesamtergebnisses, doch zeigt sich bei ihrer gesonderten Betrachtung dieselbe Tendenz zur Verschlechterung mit wachsendem Zeitintervall.

So beträgt der durchschnittliche FKHA nach Tendolysen von Primärnähten 2,26 cm, wenn die Tendolyse innerhalb von 9 Monaten nach der Naht durchgeführt wurde. Bei einem Intervall von über 9 Monaten beträgt der durchschnittliche FKHA bereits 2,82 cm.

Bei den Transplantaten gilt dasselbe:

Tendolyse innerhalb 9 Monaten	---> durchschnittl. FKHA 0 cm
Tendolyse nach 9 Monaten	---> durchschnittl. FKHA 4,0 cm

Es gilt daher, den Zeitpunkt der Sehnenlösung möglichst dicht an die genannten unteren Grenzen heranzurücken. In unserem Krankengut wurden

die Grenzen bis auf zwei Ausnahmen nicht unterschritten. Die Ausnahmen waren:

- Eine Tendolyse bereits 2,5 Monate nach Primärnaht
- Eine Tendolyse bereits 3 Monate nach Transplantat

Beide Tendolysen (5 Langfinger) brachten sehr gute Ergebnisse mit FKHA = 0. Beide Ergebnisse haben für sich betrachtet zwar wenig Aussagekraft, doch scheint uns die von ISELIN (22) geäußerte Befürchtung von ischämischen Rupturen bei zu früher Tendolyse mehr theoretischer Natur zu sein - in unserem Kollektiv trat jedenfalls auch bei den übrigen, zum Teil relativ frühen Tendolysen kein derartiger Fall auf.

Es wäre aus obigen Gründen auch eine verkürzte Wartezeit nach Transplantat zu diskutieren, eventuell ebenfalls 3 Monate wie nach Primärnähten - insbesondere dann, wenn es sich um eine isolierte Verwachsung im Bereich der Hohlhand handelt (Symptom: abhängige Beugekontraktur von GG bis EG).

16.4.4. Grenzen der Indikation

Die Analyse der Mißerfolge in unserem Kollektiv sollte ein Licht auf die Indikationsgrenzen der Tendolyse werfen.

Als Mißerfolge wurden gewertet:

1. Finger mit FKHA über 6 cm (nach der Tendolyse)
2. Finger mit stationär gebliebenem FKHA (n.d.T.)
3. Finger mit Verschlechterung des FKHA (n.d.T.)

Das Wort "Mißerfolg" bezieht sich also immer auf einzelne Finger, nicht auf die ganze Hand.

Wir müssen ferner einschränkend bemerken, daß auf Grund der mangelnden Vollzähligkeit der praeoperativen Ausgangswerte nur aus einem Teilkollektiv von 40 Patienten (siehe 16.2.1.) die stationären bzw. verschlechterten Fälle ermittelt werden konnten.

Die Analyse der 13 Fälle mit Mißerfolgen zeigte bei diesen eine Häufung bestimmter erschwerender Umstände, die das Ergebnis der Tendolyse

mit einiger Sicherheit beeinflusst haben dürften:

- | | |
|---|-------|
| - Sudeck'sche Dystrophie vor der Tendolyse | 3 mal |
| - ausgedehnte Zerstörung des Gleitgewebes durch Infektionen | 4 mal |
| - beeinträchtigte Gelenkfunktion | 6 mal |

Die folgende Tabelle faßt die Mißerfolge zusammen und zeigt die Häufung dieser Faktoren, sowie die besonders desolate Ausgangssituation bei manchen dieser Fälle!

Fischwerende Faktoren

Fall	Trauma	Therapie des Sehuentraumas	Art des Mißerfolges	Sudeck	beeinträcht. Gelenkfunkt.	infektiöse Zerstörung des Gleitgew.	Sonstige	Bemerkungen
1	Alle Beugeschienen und N. medianus +N. ulnaris	Primäre Naht auswärts	FKHA an D3 über 6 cm	ja			- N. ulnaris nicht repariert - abgeschlossene Denervierung der vom N. uln. versorgten Binnenmuskulatur - starke Neuromschmerzen sowie Hyperaesthesie und Paraesthesien d. betroffenen Hand - Dadurch Übungsbehandlung unmöglich	desolater Ausgangssituation
2	Sportverletzung mit Stauchung des D3 und Strecksehnenabriss	Raffnaht d. Strecksehne hier	FKHA-Ver-schlechterg. v. 0 auf 3 cm		beginnende Arthrose des MG		Vor der Tendolyse 9 Monate erfolglos konservativ behandelt	1 x Strecksehne D3 1 x Beugesehne D3
3	D2 Beugesehne durchtrennt	Transplantat auswärts	FKHA über 6 cm	ja				Nach der Tendolyse Entwicklung einer Schwanenhalsdeformität
4	Alle Beugeschienen+Medians+Ulnaris	Transplantat hier	FKHA über 6 cm		ja	Sekundärinfektion postop. nach Erstversorgung	- Zusätzliche infektiöse Zerstörung der Binnenmuskulatur der Hand - Fehlanastomosierung d. Nerven bei auswärtiger Erstversorgung (beide Nerven) - Wiederherstellg. beider Nerven m. Lyo-Transplantaten, v. d. das des N. med.	desolater Ausgangssituation bei der Tendolyse durch ein autologes Spantransplantat ersetzt werden mußte

Fall	Trauma	Therapie des Weichteiltraumas	Art des Malleolarges	Erweichende Faktoren				Sonstige	Bemerkungen
				Endeck	beeinträcht. Gelenkfunkt.	infektiöse Zerstörung des Gliedgew.			
5	Handgelenksverletzung mit Durchbohrung des Metacarpal D3	keine Sehnenverletzung	FKHA über 6 cm und stationär geblieben		ja Arthrose d. MC	ja		Perforationsverletzung	
6	Alle Beugesehnen Digital- nervenst. med. Metacarpal hier	Primärnaht auswärts, Opponentenplastik hier	FKHA an D3 verschlechtert					- Abgeschlossene Denervierung d. Thenarinnerv - Tendolyse 9 Jahre nach d. Sehnenrekonstruktion	Tendolyse Verschlechterung des FKHA möglich durch Opponentenplastik, die mit der D3-Sehne durchgeführt wurde, das heißt Verbesserung der Opposition auf Kosten der Beugung v. D3
7	Alle Beugesehnen + Med. + Uln.	Primärnaht auswärts, Interpositionsplastiken hier	FKHA an D2-D5 über 6 cm bzw. bei 8 cm stationär geblieben	ja				- Tendolyse gleichzeitig mit Interpositionsplastiken und Nervenrekonstruktionen ---> lange postoperative Immobilisationsphase	Tendolyse
8	Alle Beugesehnen, Alle Strecksehnen, Medians Ulnaris	Primärnaht hier	FKHA verschl. und stationär geblieben					Sehr schwere Riß-Quetschungsverletzung	desolater Ausgangssituation Stand zum Zeitpunkt der Tendolyse noch in KG-Behandlung
9	Tiefe Stichverletzung	Kein Sehnen-trauma	FKHA an D4 stationär über 6 cm		ja	ja		Schädigung des N. med. durch narbige Einmauerung	Endzustand nach massiver Infektion der gesamten Hand und des Unterarms
10	(Isotomische nichttraumatisch an D4)	Knopflochop. hier	FKHA=6 cm		ja MC D4	ja Hohlhandphlegmone			
11	Strecksehne D2 durchtrennt	Primärnaht auswärts	FKHA=6 cm	ja	ja MC arthrose				

Fall	Trauma	Therapie des Sehnentraumas	Art des Mißerfolges	Erschwerende Faktoren			Bemerkungen
				Sudeck	beeinträcht. Gelenkfunkt.	infektiöse Zerstörung des Gleitgew.	Sonstige
12	Strecksehnen D2, D3, D4 durchtrennt	Primärnaht auswärts	FKHA $\geq$ 6 cm an D3 u. D4				Keine Erklärung
13	D2-Beugesehne durchtrennt Weichteil-def.	Zweizeitige Beugesehnen- transplantat. hier	FKHA = 6 cm stationär				Vollige Zerstörung der Ringbänder und des Sehnenkanals Bei der Tendolyse zeigten sich erhebliche degenerative Zeichen am Transplantat. Nach d. Tendolyse anfangs Besserung der Beweglichkeit. Am 8. postop. Tag Teilruptur nach intensiver KG.

In der Gesamtschau der Mißerfolge heben sich also 3 Faktoren mit besonderer prognostischer Bedeutung für die Tendolyse heraus:

1. Trophik
2. Zustand der Gelenke
3. Zustand des Gleitbettes

Die Konsequenzen für die Indikationsstellung, die sich aus der Bedeutung dieser Faktoren ergeben, wurden bereits in Kapitel 7 dargestellt. Es erschien uns jedoch wichtig, hier an Hand der Mißerfolge noch einmal die Schwerpunkte aufzuzeigen, auf denen nach unseren Erfahrungen die Indikationsstellung der Tendolyse ruht.

16.4.4.1. Abgrenzung zur Amputation

Das Studium der Mißerfolge liefert auch Richtpunkte für die Entscheidung zwischen Tendolyse und Amputation, vor allem aber zwischen Retendolyse und Amputation. Diese Entscheidung steht dann zur Debatte, wenn bei dem entsprechenden Fall nur ein Finger betroffen ist und dieser als störend empfunden wird. Die Entscheidung zwischen Tendolyse und Amputation könnte dann zu Gunsten der Amputation fallen, wenn

- ausgeprägte trophische Störungen
- arthrogene Bewegungshemmung
- Instabilität von Gelenken
- Pseudarthrosen oder in Fehlstellung verheilte Frakturen
- vollständiger Sensibilitätsverlust

vorhanden sind.

Jedoch kann nur die Häufung mehrerer dieser Faktoren die Entscheidung für die Amputation beeinflussen, denn fast jeder Einzelfaktor wäre für sich genommen behebbar.

Allerdings sind auch die Erfolgsaussichten der Retendolyse eng begrenzt, insbesondere dann, wenn schon mehrere Eingriffe vorher stattfanden.

Denn die klinische Erfahrung zeigt, daß die trophischen Störungen mit jedem Eingriff zunehmen.

Es ist sicher kein Zufall, wenn sich unter den Mißerfolgen 3 Fälle mit mehreren Tendolysen befinden, das heißt 2 Fälle mit Retendolysen an den selben Beugesehnen und ein Fall mit Beuge- und Strecksehnentendolyse am selben Finger.

Wir haben in diesem Zusammenhang den Eindruck, daß kaum ein Finger mehr als 3 Eröffnungen in der gesamten Länge toleriert.

16.4.4.2. Abgrenzung zur Transplantation

Manchmal wird intraoperativ (während d. Tendolyse) an der Nahtstelle der Sehne ein zweifelhaft taugliches Regenerat vorgefunden. In diesem Fall - er entspricht im Prinzip dem Fall 13 in unserer Tabelle - stellt

sich die Frage, ob man das verdächtige Regenerat nicht durch ein frisches Transplantat ersetzen soll.

Der intraoperative Befund der reparierten Sehne sollte daher folgende Kriterien erfüllen:

- Gleichmäßiges Sehnenkaliber
- Kaliber an keiner Stelle rupturverdächtig
- Nahtstelle oder Regenerat sollte sehnigen Charakter haben und belastbaren Eindruck machen (evtl. Belastungsprobe)

Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, empfiehlt sich die Transplantation.

16.5. Prognose der Tendolyse

16.5.1. Prognose der Tendolyse nach primärer Naht bzw. Transplantat im Fingerkanal

VERDAN geht als Befürworter der Primärnaht in Zone 2 davon aus, daß die Tendolyse von Transplantaten im Fingerkanal mit zwei großen Risiken behaftet seien:

1. Dem Risiko der erneuten Verwachsung
2. Dem Risiko der ischämischen Ruptur

VERDAN (59) begründet dies damit, daß die Tendolyse eines Transplantates dieses auf seiner gesamten Länge devascularisiere. Die Tendolyse nach Primärnaht sei hingegen risikoärmer, da sie an einer Sehne mit normalem Kaliber und guter Blutversorgung stattfände. Der Autor zitiert in diesem Zusammenhang ein eigenes Beispiel einer postop. Ruptur und Angaben PULVERTAFT's (6 % Rupturen bei 136 Transplantaten).

Die Ansicht VERDAN's konnte nach unseren Ergebnissen nicht bestätigt werden, da in unserem Kollektiv keine Rupturen auftraten, die mit Sicherheit auf eine durch die Tendolyse herbeigeführte Ischämie zurückzuführen waren. Wir hatten lediglich einen Fall mit einer zweizeitigen Beugesehen-
transplantation im Fingerkanal, bei dem nach intensivem Üben am 8. post-

operativen Tag eine Teilruptur des Transplantates auftrat.

In diesem Fall waren jedoch schon während der Tendolyse erhebliche degenerative Zeichen am Transplantat festgestellt worden, so daß es vermutlich nur eine Frage der Zeit war, wann die Sehne bei einer stärkeren Belastung reißen würde.

Der Vergleich der Tendolysenergebnisse nach Primärnaht bzw. Transplantat in Zone 2 zeigte auch keinen charakteristischen Unterschied in der Qualität der Ergebnisse und somit auch keinen Hinweis auf eine eventuell bessere Prognose der Tendolyse nach Primärnaht.

So brachten die Tendolysen nach primären Nähten in Zone 2 folgende FKHA-Werte (6 Fälle):

4,3,3,2,0,0, cm	---→ Durchschnitt	2,0 cm
-----------------	-------------------	--------

Und die Tendolysen nach Transplantaten (5 Fälle):

6, 3, 1,5, 1,5, 0, 0 cm	---→ Durchschnitt	2,0 cm
-------------------------	-------------------	--------

Wenn auch unsere Zahlen klein sind, so unterstützen sie doch nicht das VERDAN'sche Therapiekonzept (57) nach Primärnaht in Zone 2, das die Tendolyse bei einem bestimmten Prozentsatz der Patienten von vornherein fest mit einplant.

Vergleicht man die gesamten Ergebnisse nach Primärnähten (das heißt in allen Zonen) mit denen nach sekundären Eingriffen, so besteht im Gegensatz zu Obigem eher die gegenteilige Tendenz, nämlich eine etwas günstigere Prognose für die Tendolysen nach sekundären Eingriffen, unter denen die Transplantate die Mehrheit bilden (siehe 16.6.).

16.5.2. Prognose der Tendolysen mit längerer postoperativer Immobilisationsphase (Beugesehntendolysen)

Wie wir zeigen konnten, wirkt sich eine längere Immobilisationsphase nach der Tendolyse (bei unseren Ergebnissen über 10 Tage) deutlich negativ auf deren Prognose aus. Es zeigten sich erhebliche Unterschiede in den prozen-

tualen Anteilen der sehr guten und der schlechten Ergebnisse (siehe 15.2.7.).

Diese Tatsache gewinnt besondere Bedeutung für Sehnenverletzungen in den Zonen 6 und 7. Denn:

1. treten in diesen Zonen am häufigsten Mehrfach-Sehnenverletzungen und begleitende Nervenläsionen auf;
2. sind beide Zonen aus diesen Gründen am höchsten verwachsungsgefährdet (siehe 16.3.).

Beiden Umständen ist es zu verdanken, daß nach der Primärversorgung von Sehnenverletzungen in diesen Zonen eine spätere Tendolyse fast regelmäßig durchgeführt werden muß.

Bei dieser werden dann häufig die Nervenverletzungen versorgt. Nach unseren Ergebnissen ist die Nervenversorgung während der Tendolyse jedoch allenfalls angezeigt, wenn sie in Form einer Transplantation geschieht, denn diese muß im allgemeinen nur 10 Tage ruhiggestellt werden und eine Immobilisationszeit bis zu 10 Tagen übt keinen großen Einfluß auf die Prognose aus. Keinesfalls sollte aber eine Naht unter Spannung durchgeführt werden, da sie bis zu 6 Wochen immobilisiert werden muß.

Grundsätzlich scheint es jedoch günstiger, Tendolyse und Nervenversorgung (bzw. andersartigen Immobilisationseingriff) zu trennen. Am besten wohl dadurch, daß man die Nervenversorgung gleichzeitig mit der Reparatur der Sehne durchführt.

Zur Prophylaxe von Verwachsungen zwischen Sehne und Nerv seien in diesem Zusammenhang zwei Vorschläge aufgeführt:

1. BUCK-GRAMKO (persönliche Beobachtung von GREULICH) legt bereits bei der Primärversorgung eine Silasticmembran zwischen Nerv und Sehne
2. McQUILLAIN (43) umscheidet die primäre Nerven-naht mit Silastic. 3 Wochen später erfolgt Resektion der Nerven-narbe und erneute Naht.

16.6. Primäre bzw. sekundäre Versorgung von Beugesehnenverletzungen im Hinblick auf Sehnenverwachsung und Tendolyse.

Die Ergebnisse unseres Kollektives sprechen, sowohl was die Schwere der Verwachsungen als auch das Ergebnis der Tendolyse angeht, zugunsten der Sekundärversorgung (siehe 15.2.8.1. und 15.1.2.). Diese Aussage muß jedoch als subjektiv gelten, solange man nur das Tendolysenkollektiv betrachtet, das ja bereits das Produkt einer Selektion darstellt.

Eine objektive Stellungnahme für oder gegen eine der obigen Methoden ist erst möglich, nach dem Vergleich der folgenden Relationen:

absolute Zahl der Primärversorgungen
Zahl d. Tendol. nach Primärversorgg.

und

absolute Zahl der Sekundärversorgungen
Zahl d. Tendol. nach Sekundärversorgg.

Beide Relationen bezogen auf ein und dasselbe Einzugsgebiet.

Es leuchtet ein, daß solche absoluten Zahlen nicht ohne weiteres erhältlich sind.

Wir gehen jedoch davon aus, ohne dies zahlenmäßig belegen zu können, daß die Zahl der Sekundärversorgungen in unserem Einzugsgebiet (Bayern) um einiges höher liegt, als die der Primärversorgungen. Unter dieser Annahme spricht das Überwiegen der Fälle mit Primärversorgungen in unserem Tendolysenkollektiv wiederum gegen die Primärversorgung. Denn trotz ihrer kleineren absoluten Zahl benötigten dann mehr Primärversorgungen anschließend Tendolysen, als die absolut stärker vertretenen Sekundärversorgungen.

Allerdings muß man vor allem bei den primären Eingriffen auch eine gewisse Dunkelziffer in Betracht ziehen, die sich aus den Fällen der ambulant versorgten Sehnen zusammensetzt, das heißt aus denjenigen Fällen, die sich der weiteren Verlaufskontrolle entziehen, weil sie entweder gut verlaufen und der Patient keinen Anlaß sieht, sich einer weiteren Behandlung zu unterziehen, oder die schlecht verlaufen, wobei sich der Patient mit dem

Ergebnis abfindet und nicht wieder erscheint oder sich in anderweitige Behandlung begibt. Die Zahl dieser Fälle dürfte allerdings gering sein.

17. ZUSAMMENFASSUNG

79 Patienten mit Tendolysen an Beuge- bzw. Strecksehnen wurden nachuntersucht und sowohl die Schwere der Sehnenverwachsung als auch das Ergebnis der Tendolyse bewertet.

Grundlage der Bewertung der Ergebnisse waren bei den Langfingern FKHA und Extensionsdefizit. Bei den Daumen erfolgte die Bewertung durch den Vergleich der Bewegungsausmaße von gesundem und betroffenem Daumen.

Insbesondere wurde geprüft, inwieweit sich bestimmte Faktoren auf die Verwachsungsschwere und auf das Ergebnis der Tendolyse, das heißt letztlich auf deren Prognose auswirken.

17.1. Einflüsse auf die Prognose

Folgende Faktoren wirken sich ungünstig auf die Prognose aus:

1. Riß-Quetschverletzung
2. Begleitende Nervenverletzungen (Flexoren)
bzw. Knochenfrakturen (Extensoren)
3. Verletzung in den proximalen Zonen 6+7 (Flexoren)
bzw. distalen Zonen 1-5 (Extensoren)
4. Vorhergehende Primärversorgung
5. Grad der Verwachsung mittel und schwer
6. Ausdehnung der Verwachsung über 2 u. mehr Zonen
7. FKHA-Ausgangswert über 4,5 cm
8. Intervall zwischen vorhergehendem Eingriff und Tendolyse größer als 9 Monate
9. Immobilisationsphase nach der Tendolyse länger als 10 Tage

17.2. Einflüsse auf die Verwachsungsschwere

Die Schwere der Verwachsungen wird ungünstig beeinflusst durch:

1. Riß-Quetschverletzungen
2. Begleitverletzungen an Nerven und Knochen
3. Verletzung in den Zonen 6+7 bei den Beugern
bzw. in den Zonen 3+2 bei den Streckern
4. Vorhergehende Primärversorgung
5. Ausdehnung der Verwachsung über mehr als 2 Zonen

Der Vergleich zwischen 17.1 und 17.2 zeigt, daß Verwachsungsschwere und Prognose der Tendolyse von den einzelnen Fakten gleichsinnig beeinflusst werden.

17.3. Einordnung der untersuchten Faktoren nach ihrer Wirkungsstärke auf den postoperativen FKHA-Wert

Jeder der untersuchten Faktoren (z.B. Primär-/Sekundärversorgung, Schwere der Verwachsungen, Begleitverletzungen usw.) übt einen bestimmten Einfluß auf die Verteilung der FKHA-Werte aus. Diese Wirkung äußert sich entweder in einer Erhöhung der guten und, oder einer Verringerung der schlechten Ergebnisse, oder umgekehrt.

Vergleicht man nun die den einzelnen Faktoren zugeordneten FKHA-Verteilungen mit der als durchschnittliche Basis genommenen FKHA-Gesamtverteilung aller Finger (jeweils Beuger und Strecker siehe 14.1.1. und 14.1.2.), so lassen die Abweichungen zwischen den Verteilungen einen gewissen Schluß auf die Wirkungsstärke der untersuchten Faktoren zu.

Die sich ergebenden Differenzen zwischen den Verteilungen lassen sich summieren und ergeben eine dem Faktor zugeordnete Zahl, die ein relatives Maß für dessen Wirkungsstärke auf den FKHA darstellt.

Da sich jeder Faktor entweder positiv oder negativ auf die FKHA-Ergebnisse auswirkt, wurden die Differenzen zwischen Gesamtverteilung und faktorabhängiger Verteilung jeweils positiv gewertet, wenn sie in der er-

warteten Richtung lagen, oder negativ, wenn sie der erwarteten Richtung entgegenliefen.

Beispiel: Untersuchter Faktor = Stärke der Verwachsungen

Der Vergleich zwischen leichten Verwachsungen einerseits und mittleren und schweren Verwachsungen andererseits zeigt bessere Ergebnisse bei den leichten Verwachsungen.

Daraus folgt: Erwartete Richtung

Leichte Verw.: Zahl der guten Ergebnisse $\geq$ als in der Gesamtverteilung
Zahl der schlechten Ergebnisse $\leq$ als in der Gesamtverteilung

Mittl.+Schw.: Zahl der guten Ergebnisse $\leq$ als in der Gesamtverteilung
Zahl d. schlechten Ergebnisse $\geq$ als in der Gesamtverteilung

Für unseren Vergleich faßten wir jeweils die Häufigkeiten der FKHA-Werte von 0 - 2 cm und von 4,5 - 8 cm zusammen.

Für die prozentuale Verteilung der FKHA aller Finger (Beuger) ergibt sich:
(siehe 14.1.)

FKHA 0 - 2 cm	FKHA 4,5 - 8 cm
52 %	22 %

für die vom Faktor "Verwachsungsstärke" abhängige FKHA-Verteilung (Beuger) ergibt sich:
(siehe 15.2.1.)

Leichte Verw.	76 % $\Delta = +24$ %	12 % $\Delta = +10$ %
M. + S.Verw.	52 % $\Delta = +10$ %	20 % $\Delta = -2$ %

Die negative Differenz von - 2 % ergibt sich, da die schlechten Ergebnisse bei den mittleren und schweren Verwachsungen nach der erwarteten Richtung häufiger als in der Gesamtverteilung sein sollten.

Für die Summe der Differenzen folgt somit:

$$\sum \Delta = +24 +10 +0 +(-2) = 32$$

Die Zahl 32 stellt den Index der Wirkungsstärke dar. Sie ermöglicht zusammen mit den nach dem gleichen Prinzip ermittelten Zahlen der restlichen Faktoren deren Einordnung nach ihrer Wirkungsstärke.

Es ergaben sich folgende Einteilungen:

17.3.1. Flexoren: Wirkungsstärke der untersuchten Faktoren auf den postoperativen FKHA-Wert.

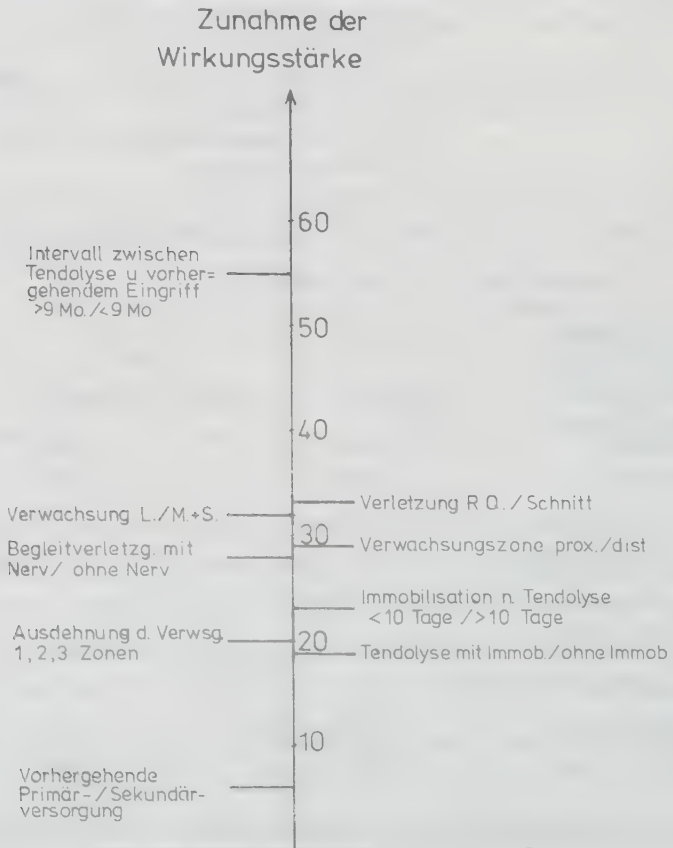


ABB. 84

17.3.2. Extensoren: Wirkungsstärke der untersuchten Faktoren auf den postoperativen FKHA-Wert.

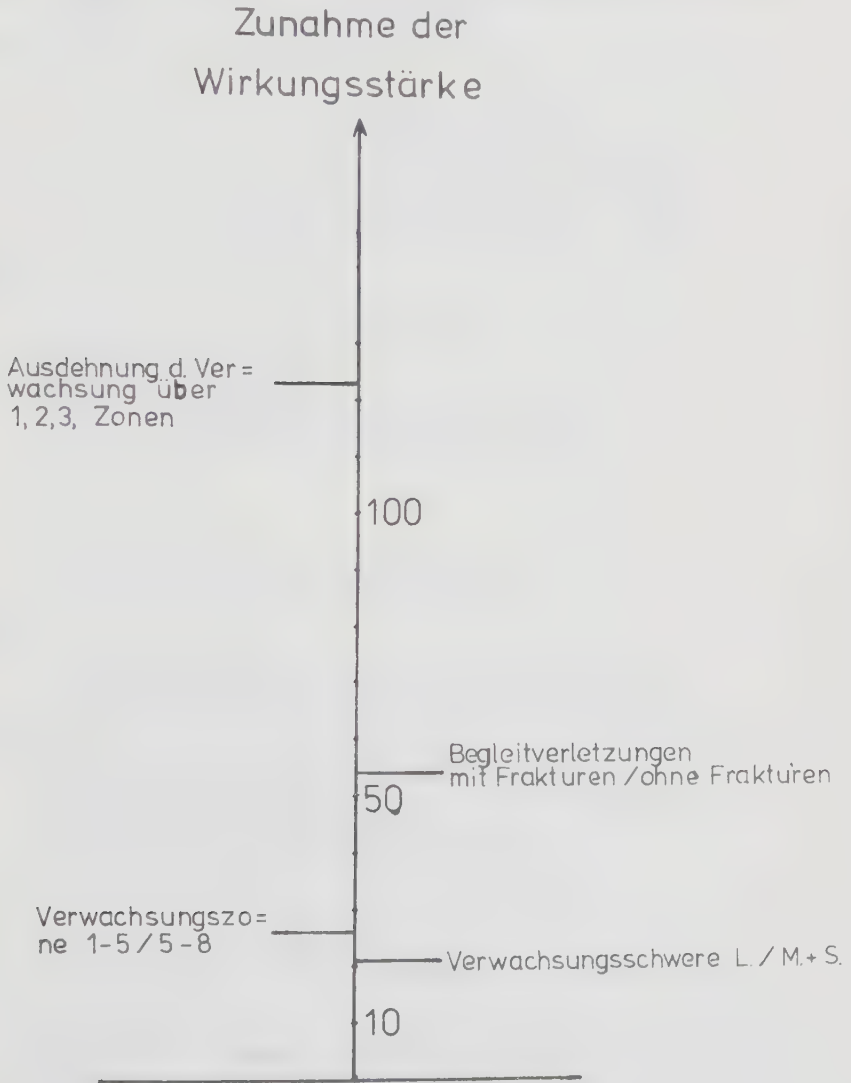


ABB. 85

17.4. Schwerpunkte der Indikationsstellung

Nach unseren Ergebnissen, insbesondere nach der Analyse der Mißerfolge, stellten sich für die Indikationsstellung der Tendolyse 3 Faktoren mit besonderer Bedeutung heraus:

1. Trophik der betroffenen Hand
2. Zustand des Gleitbettes, besonders im Hinblick auf
 infektiöse Zerstörungen des Gleitgewebes
3. Funktion der Gelenke

LITERATURVERZEICHNIS

1. BENNINGHOFF, A.; GOERTTLER, K.:

Lehrbuch der Anatomie des Menschen, Band I
Verlag Urban u. Schwarzenberg, München 1968

2. BOLTON, H.:

Primary repair of the severed flexor tendon.
The Hand Vol. 1 No. 2, 1969

3. BOYES, J.H.:

The great flexor tendon controversy.
Symposion on the Hand.
The C.V. Mosby Comp.
Educational Foundation of the American Society
of Plastic and Reconstructive surgeons. Vol. 3
St. Louis 1971

4. BOYES, J.H.:

Why tendon repair?
J. Bone and Joint Surg., Vol. 41 A, No. 4 1959

5. BRUNER, J.M.:

The zig-zag volar digital incision for flexor tendon surgery.
Plast. Reconstr. Surg. 40: 571-4 1967

6. BUCK-GRAMCKO, D.:

Klinische Untersuchungen zur Adhäsionsprophylaxe in der
Wiederherstellungschirurgie
Neue Aspekte der Trasylotherapie 4,
F.K. Schattauer-Verlag, Stuttgart 1970

7. BUNNELL, St.; BÖHLER, J.:

Die Chirurgie der Hand
Wilhelm Maudrich-Verlag, Wien 1958

8. CARSTAM, N.:

The Effect of Cortisone on the Formation of Tendon Adhesiones
and on Tendon Healing. An Experimental Investigation in the
Rabbit.
Acta Chir. Scandinavica, Supplementum, 182 1953

9. DOLPHIN, J.A.:

Extensor tenotomy for boutonnière deformity of the finger.
J. Bone and Joint Surg., Vol. 47 A 1965

10. FETROW, K.O.:

Tenolysis in the Hand and Wrist. A Clinical Evaluation of Two Hundred and Twenty Flexor and Extensor Tenolyses.
J. Bone and Joint Surg., Vol. 49 A, No. 4 1967

11. FOWLER, S.B.:

The management of tendon injuries.
J. Bone and Joint Surg., Vol. 41 A: 579 1959

12. GELDMACHER, J. und KÖNIG, D.U.:

Tierexperimentelle Untersuchungen zur Prophylaxe postoperativer Adhäsionen bei freien Beugesehnentransplantationen.
Handchirurgie Bd. 3 Heft 4: 143-149 1971

13. GELDMACHER, J.:

Der Einfluß von Trasylol auf die posttraumatische Bindegewebsproliferation.
Neue Aspekte der Trasylol-Therapie 4,
F.K. Schattauer-Verlag, 1970

14. GELDMACHER, J.:

Die zweizeitige freie Beugesehnentransplantation.
Handchirurgie Bd. 3: 109-119 1969

15. GREULICH, M.:

Untersuchungen und Fragebögen auf der Grundlage der Greifformen zur EDV-Dokumentation in der Handchirurgie.
Dissertation, München 1974

16. HARRISON, S.H.:

Delayed primary Flexor Tendon Grafts.
The Hand Vol. 1 No. 2, 1969

17. HUNTER, J.:

Artificial tendons, early development in application.
Amer. J. Surg. 109: 325 1965

18. ISELIN, M. et LAFAURY, G.:

Dégénérescence et réparation des tendons fléchisseurs sectionnés chez l'homme.
In: Wiederherstellungschirurgie und Traumatologie
Vol III
S. Karger-Verlag; Basel, New York 1954

19. ISELIN, M.:

Chirurgie der Hand
Thieme-Verlag; Stuttgart 1959

20. ISELIN, M.:

Gegenwärtiger Stand des Behandlungsproblems der verletzten Beugesehnen.

Verh. dtsh. Ges. Chir., Kongreßbericht 1957

74. Tagg.

21. ISELIN, M.:

Die Durchtrennung der Beugesehnen im Canalis digitalis.

Verhandlgg. d. Dtsch. Orthop. Gesellschaft;

48. Kongreß, Berlin 1960

Sonderdruck i. Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart 1961

22. ISELIN, M.; SCHLUMBERGER, G. et PERIA, G.:

La tenolyse des tendons flechisseurs

J. Chir. (Paris) 1964, T. 88, no. 1-2

23. ISELIN, M.; DE LA PLAZA, R. and FLORES, A.:

Surgical use of homologous tendon grafts preserved in Cialit.

Plast. Reconstr. Surg., Vol. 32, No. 4, 1963

24. JAMES, J.I.P.:

The Value of Tenolysis.

The Hand Vol. 1, No. 2, 1969

25. JAMES, J.I.P.:

The Use of Cortisone in Tenolysis.

J. Bone and Joint Surg., Vol. 41 B, No. 1, 1959

26. KELLY jr., A.P.:

A study of 789 consecutive tendon severances.

J. Bone and Joint Surg., Vol. 41 A, No. 4, 1959

27. LAFAURY, G.:

La reparation des tendons flechisseurs a la main.

Thèse Lyon 1950

28. LINDSAY, W.K. and THOMSON, H.G.:

Digital flexor tendons: an experimental study.

Brit. J. Plast. Surg., Vol. 4: 289 ff. 1960

29. LINDSAY, W.K. and McDOUGALL, E.P.:

Direct digital flexor tendon repair.

Plast. Reconstr. Surg., Vol. 26, No. 6, 1963

30. LITTLER, J.W. and EATON, R.G.:

Redistribution of forces in the correction of the boutonnière deformity.

J. Bone and Joint Surg., Vol. 49 A: 1267-74, 1967

31. MASON, M.C. and SHEARON, C.:

The process of tendon repair.
Arch. of Surg., Vol 25, No. 4, 1932

32. MASON, M.:

Primary Tendon Repair.
J. Bone and Joint Surg., Vol. 41 A, No. 4, 1959

33. MATEV, I.:

The Boutonnière Deformity.
The Hand Vol. 1, No. 2, 1969

34. VAN DER MEULEN, J.C.:

Healing and Repair of Tendons.
The Hand Vol. 1, No. 2, 1969

35. MITTELMEIER, H.:

Experimentelle Untersuchungen zur Pathologie und Verhütung
der posttraumatischen Sehnenverwachsungen.
Hefte Unfallheilk. zur Monatsschrift f. Unfallheilkunde und
Versicherungsmedizin. No. 73
Springer-Verlag 1963

36. MOBERG, E.:

Behandlung frischer und veralteter Beugesehnenverletzungen
in der Hand.
In: Wiederherstellungschirurgie und Traumatologie
Vol. III
S. Karger-Verlag; Basel, New York 1954

37. PEACOCK, E.E.:

Some technical aspects and results of flexor tendon repair.
Surgery: 58 1965

38. PEACOCK, E.E.:

Some Problems in Flexor Tendon Healing.
Surgery: 45 1959

39. PEACOCK, E.E.:

A study of circulation in normal tendons and healing grafts.
Ann. of Surgery 149: 415, 1959

40. PEACOCK, E.E.:

Fundamental aspects of wound healing relating to the restoration
of gliding function after tendon repair.
Surg. Gynec. and Obstet. 119: 241, 1964

41. POTENZA, A.D.:

Mechanisms of Healing of Digital Flexor Tendons.
The Hand Vol. 1, No. 1, 1969

42. POTENZA, A.D.:

Healing and Fate of Lyophilized Homologous
Flexor - Tendon Grafts within the Digital Sheath.
J. Bone and Joint Surg., Vol. 46 A, No. 4, 1964

43. McQUILLAIN, W.:

Nerve Repair - The Use of Nerve Isolation.
The Hand Vol. 2, No. 1, 1970

44. REID, D.A.C.:

The Isolated Flexor Digitorum Profundus Lesion.
The Hand Vol. 1, No. 2, 1969

45. SALVI, V.:

Technique for the Buttonhole Deformity.
The Hand Vol. 1, No. 2, 1969

46. SCHARIZER, E.:

Rehabilitation - konservative Maßnahmen nach operativer
Versorgung von Sehnenverletzungen der Hand.
Handchirurgie Bd. 3, Heft 3, 1971

47. SEIFFERT, K.E., HARTLEIB, J. und SCHMIT, K.P.:

Über den biologischen Umbau von frischem und in Cialit kon-
serviertem Sehngewebe in funktionstüchtige Sehne.
Bruns Beitr. Klin. Chir. 209: 444-463 1964

48. SEIFFERT, K.E. und SCHMIT, K.P.:

Voraussetzungen und Ergebnisse der homologen Sehnentrans-
plantation
Handchirurgie 1: 47-49 1969

49. SMITH, J.W. et CONWAY, H.:

La dynamique du glissement des tendons normaux et greffés.
Revue Chirurgie Orthopedique To. 52, No. 3, 1966

50. STACK, G.:

Mallet Finger.
The Hand Vol. 1, No. 2, 1969

51. STRZYZEWSKY, H.:

Multiple Injuries to Flexor Tendons and Nerves above the Wrist.
The Hand Vol. 4, No. 2, 1972

52. TENNEF et FONDA:

zitiert nach ISELIN (22).

53. THATCHER, H.W.:

Use of Stainless Steel Tods to Canalize Flexor Tendon Sheaths.
South. Med. J. 32: 13, 1939

54. TITZTE, A.:

Experiences and Follow up Results Following 178 Flexor Tendon
Sutures and Plastic Surgery.
Monatsschrift f. Unfallheilkunde 70: 480-94, 1967

55. TUBIANA, R.:

Technique of Flexor Tendon Grafts.
The Hand Vol. 1, No. 2, 1969

56. VERDAN, C. et MICHON, J.:

Traitement des plaies des tendons flechisseurs des doigts.
Rev. d'orthop., 47, 3, 1961

57. VERDAN, C.:

Die Eingriffe an Sehnen, Sehnenscheiden und Muskeln.
Aus Kirschner, Operationslehre,
Springer-Verlag, 1972

58. VERDAN, C.:

Half a Century of Flexor Tendon Surgery. Current Status and
Changing Philosophies.
J. Bone and Joint Surg., Vol. 54 A, No. 3 1972

59. VERDAN, C., CRAWFORD, G.P. and MARTINI-BENKEDDACHE, Y.:

Tenolysis in Traumatic Hand Surgery.
Educational Foundation of the American Society of Plastic and
Reconstructive Surgeons. Vol. 3, Symposium on the Hand.
St. Louis: The C.V. Mosby Comp. 1971

60. WHITE, W.L.:

Secondary Restoration of Finger Flexion by Digital Tendon
Grafts.
Am. Journal of Surgery 91, 1956
Zitiert nach STRZYZWESKY (51)

61. WINSTON, M.E.:

The Results of Treatment of Injuries to the Flexor Tendons.
The Hand Vol. 4, No. 1, 1972

62. ZRUBECKY, G.:

Plastischer Beugesehnenersatz im Rahmen der chirurgischen
Erstversorgung.
Monatsschrift f. Unfallheilkunde, 67, No. 3, 1964

63. ZRUBECKY, G.:

Mitteilung über eine technische Modifikation des primär
plastischen Sehnenersatzes an den Langfingern.
Monatsschrift f. Unfallheilkunde, 68, No. 1, 1965

64. ZRUBECKY, G.:

Arch. orthop. Unfall-Chir., 53; 93-100, 1961

65. ZRUBECKY, G.:

Arbeitsunfall und Begutachtung
Ferd. Enke Verlag, Stuttgart 1970

Großzügige und sachkundige Unterstützung verdanke
ich

Herrn Dr. med Greulich

LEBENS LAUF

- 17.2.1950 Geboren in Ludwigsburg als Sohn Gerhard Nehrings
und seiner Ehefrau Thea, geborene Kühnel
- 1956 - 60 Volksschule Ludwigsburg
- 1960 - 64 Realgymnasium Landsberg am Lech
- 1964 - 69 Oberrealschule Kaufbeuren
- 1969 - 70 Wehrdienst
- 1970 - 76 Medizinstudium in München

